



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 43 748 A 1**

⑤) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 F 1/60**

DE 10243748 A1

(30) **Unionspriorität:**  
2001/286778 20. 09. 2001 JP

(71) **Anmelder:**  
Yokogawa Electric Corporation, Musashino,  
Tokio/Tokyo, JP

(74) **Vertreter:**  
Henkel, Feiler & Hänel, 81675 München

72 Erfinder:  
Ishikawa, Ikuhiko, Musashino, Tokio/Tokyo, JP;  
Ota, Hironobu, Musashino, Tokio/Tokyo, JP

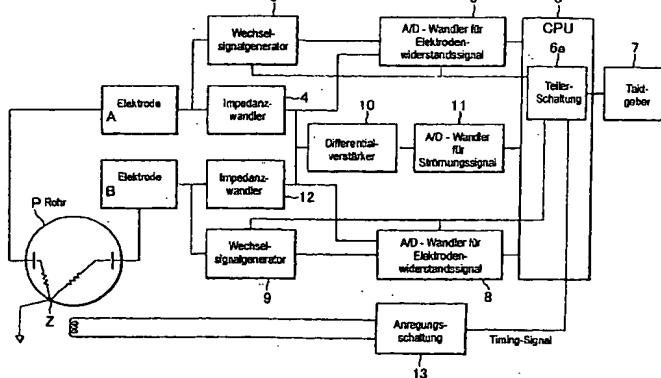
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

## 54 Elektromagnetischer Durchflussmesser

51) Die Erfindung ist bestimmt, die Messung der Elektrodenimpedanz zu erreichen, die nicht so sehr durch Fluidrauschen beeinflusst wird, und um Adhäsion genau zu erfassen und die Art des Fluids zu unterscheiden.

Ein elektromagnetischer Durchflussmesser, der mit einem Rohr versehen ist, durch das das zu messende Fluid geleitet wird, legt ein Magnetfeld an das obige Fluid an, wobei Anregungsspulen mit einer Anregungsschaltung angesteuert und so die Durchflussrate des durch das oben erwähnte Rohr laufenden Fluids gemessen wird; ferner mit:

einem Paar von Erfassungselektroden, die das der Durchflussrate des durch das oben beschriebene Rohr laufenden Fluids entsprechende Durchflusssignal erfassen, einer Erdungselektrode, deren Potential das Bezugspotential wird, wenn die Durchflussrate gemessen wird, Diagnosesignalgeneratoren, die die Diagnosesignale zwischen den obigen Erfassungselektroden und der obigen Erdungselektrode anlegen, und einer Diagnoseschaltung, um die Widerstandswerte zwischen den obigen Erfassungselektroden und der obigen Erdungselektrode als Diagnosesignale zu erfassen.



# DE 102 43 748 A 1

## Beschreibung

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

5

#### Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen elektromagnetischen Durchflussmesser, der die Durchflussrate oder der gleichen von elektroleitenden Fluids misst, und insbesondere auf einen elektromagnetischen Durchflussmesser, der eine Erfassung eines Leerrohrs durchführt, das heißtt, ob das Innere des Rohrs mit Fluid gefüllt ist oder nicht, sowie auch die 10 Anwesenheit von an den Erfassungselektroden anhaftendem Isoliermaterial erfassst und die elektrische Leitfähigkeit (hier einfach "Leitfähigkeit" genannt) des zu messenden Fluids misst.

#### Beschreibung des Standes der Technik

15 [0002] Als herkömmliche elektromagnetische Durchflussmesser, die eine Erfassung eines Leerrohrs durchführen, wird in dem japanischen Patent Nr. 2880830 eine Konfiguration offenbart, in der eine Erfassung eines Leerrohrs durch eine Schaltung durchgeführt wird, die eine Wechselspannung mit einer Frequenz entsprechend 1/(eine gerade Zahl) der Anregungsfrequenz aufweist, an die Erfassungselektroden in dem Rohr anlegt. Außerdem wird eine Konfiguration, in der die obige Erfassung eines Leerrohrs von einer Schaltung durchgeführt wird, die eine Wechselspannung mit einer Frequenz asynchron mit der Anregungsfrequenz anlegt, in der japanischen nationalen Veröffentlichung der Patentanmeldung Nr. 9-502267 (1997) offenbart. Ferner offenbart die offengelegte japanischen Patentanmeldung Nr. 8-29223 (1996) eine Konfiguration, bei der Wechselsignalgeneratoren, die Wechselströme liefern, bereitgestellt werden, und die obige Erfassung eines Leerrohrs wird durch Zuführen von gleichphasigen Wechselströmen, deren Frequenzen ausreichend niedrig sind, an jede Erfassungselektrode durchgeführt.

20 [0003] Zusätzlich zu dem obigen wird eine herkömmliche Konfiguration, um das Ausmaß der Adhäsion von Isoliermaterial zu erfassen, das an Erfassungselektroden anhaftet, in dem japanischen Patent Nr. 3018310 offenbart. Dieses Patent offenbart eine Konfiguration, bei der in einem elektromagnetischen Durchflussmesser, der eine Erfassung eines Leerrohrs durch Vergleichen des Erfassungselektroden-Potentials des Detektors mit einer Bezugsspannung durchführt, und die eine Konstantstromschaltung umfasst, die mit einem Stromsteuermittel versehen ist, um die Polarität des Stroms 25 zu wechseln und umzukehren, wobei der Strom an die Erfassungselektroden durch Umschaltung und Umkehrung der Polarität beim Erfassen der Adhäsion innerhalb des Rohrs zugeführt wird.

[0004] Die im japanischen Patent Nr. 2880830 erwähnte Konfiguration wird jedoch ohne weiteres durch Durchflussrauschen beeinflusst, das durch die Tatsache, dass Fluid fließt, infolge der Verarbeitung von Signalen, deren Frequenz kleiner als die Anregungsfrequenz ist, verursacht wird. Außerdem wird, da eine große Wechselspannung für die Erfassung eines Leerrohrs in dem Durchflusssignal sogar in dem nichtleeren Zustand infolge der Anlegung einer niedrigen Spannung erzeugt wird, die Durchflussmessung ohne weiteres von der Schaltung für die Erfassung eines Leerrohrs beeinflusst.

30 [0005] Ferner wird in der in der japanischen nationalen Veröffentlichung der Patentanmeldung Nr. 9-502267 erwähnten Konfiguration, da das Ergebnis des Abtastens des Durchflusses nicht das Signal für die Erfassung eines Leerrohrs vermeiden kann, eine Anzahl von Mittelungsverfahren notwendig. Zum Verbessern derartiger Einflüsse wird in Betracht gezogen, dass die Frequenz des Signals für die Erfassung eines Leerrohrs höher gemacht wird, so dass das Durchflusssignal und das Signal für die Erfassung eines Leerrohrs mit einem Filter getrennt werden können. In einigen Fällen zeigen jedoch gemessene Elektrodenimpedanzen infolge der strukturellen Streuung in den Elektrodenabschnitten keine genauen Werte. Da eine große Wechselspannung für die Erfassung eines Leerrohrs in dem Signal sogar in einem nicht-leeren Zustand erzeugt wird, wird die Durchflussmessung ebenfalls ohne weiteres von der Schaltung für die Erfassung eines Leerrohrs beeinflusst.

35 [0006] Ferner wird bei der in einer Anmeldung der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. 8-29223 erwähnten Konfiguration, da das Signal für die Erfassung eines Leerrohrs immer in dem Ergebnis des Durchflussabtastens enthalten ist, da das gelieferte Wechselstromsignal nicht mit dem Anregungsstrom synchronisiert ist, eine Anzahl von Mittelungsberechnungen notwendig. Ferner wird das Signal für die Erfassung eines Leerrohrs oder das Leerrohrerfassungs- 40 signal ohne weiteres durch Strömungsrauschen beeinflusst, das durch die Tatsache erzeugt wird, dass Fluid fließt, da ein Signal, dessen Frequenz kleiner als die Anregungsfrequenz ist, verarbeitet wird.

45 [0007] Bei der in der japanischen Patentanmeldung Nr. 3018310 erwähnten Konfiguration gibt es ein Problem, dass das Mittel zur Erfassung eines Leerrohrs ohne weiteres durch die Polarisierungsspannung der Elektroden beeinflusst wird, da Gleichstrom anstatt Wechselstrom für die Erfassung benutzt wird.

[0008] Außerdem wurde neuerdings die Verwendung von elektromagnetischen Durchflussmessern auf dem Gebiet von landwirtschaftlichem Abwasser als eine Anwendung von elektromagnetischen Durchflussmessern betrachtet. In einigen Fällen ist jedoch ein Abgang von Erde und Sand mit dem Abwasser gemischt, aber ein elektromagnetischer Durchflussmesser kann nicht zum Überwachen von einem Abgang von Erde und Sand verwendet werden. Insbesondere kann eine 50 unregelmäßige Sedimentation von Erde und Sand in den unteren Bereichen von Flüssen auftreten und die Umwelt in einigen Fällen beeinflussen, und wenn ein elektromagnetischer Durchflussmesser, der ohne weiteres in Abwasser enthaltene Erde und Sand überwachen kann, somit erreicht werden kann, dann könnten die Umweltwirkungen durch einen derartigen elektromagnetischen Durchflussmessers bewertet werden.

65

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Die Erfindung ist mit Blick auf die obigen Umstände ausgestaltet.  
[0010] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen elektromagnetischen Durchflussmesser bereitzustellen, der in

# DE 102 43 748 A 1

dem Rohr hängengebliebene Isoliermaterialien erfassen und zwischen der Art der zu messenden Fluide unterscheiden kann. Mittel zum Lösen dieser Aufgabe sind wie folgt:

Benutzen eines Wechselsignals, um die Adhäsion von Isoliermaterialien und die Leitfähigkeit des Fluids innerhalb des Rohrs zu erfassen,

Verwenden einer Frequenz, die ein ganzzahliges Vielfaches der Grundanregungsfrequenz ist, als eine Signalfrequenz einer Konstantstromversorgung, sowie auch Synchronisieren der Anregungsfrequenz mit der Frequenz des Erfassungsschaltungssignals von Anhaftungen,

Auswählen einer Frequenz, die nicht von der Strukturverteilung (structural dispersion) der Elektroden beeinflusst ist, genaues Bestimmen der Elektrodenimpedanz durch Bereitstellen einer Elektrodenimpedanz-Messschaltung und Messen der Elektrodenimpedanz in der Nachbarschaft der Anregungsfrequenz,

Verwirklichen einer Elektrodenimpedanz-Messschaltung, die nicht ohne weiteres durch Fluidrauschen beeinflusst wird, und

genaues Messen der Elektrodenimpedanz, für die die Strömungssignal-Messschaltung und die Elektrodenimpedanz-Messschaltung einander nicht stören.

[0011] Ausführungsformen der Erfindung, um das obige Ziel zu erreichen, werden nachstehend beschrieben.

(1) Ein elektromagnetischer Durchflussmesser, der mit einem Rohr versehen ist, durch das das zu messende Fluid geleitet wird, der ein Magnetfeld an das Fluid anlegt, wobei Anregungsspulen mit einem Anregungsstrom getrieben und so die Durchflussrate des durch das Rohr laufenden Fluids gemessen wird, mit:

einem Paar von Erfassungselektroden, um ein der Durchflussrate des durch das Rohr laufenden Fluids entsprechenden Durchfluss- bzw. Strömungssignal zu erfassen,

einer Erdungselektrode, deren Potential das Bezugspotential zur Zeit der Durchflussratenmessung ist,

Diagnosesignalgeneratoren, die Diagnosesignale zwischen den Erfassungselektroden und der Erdungselektrode anlegen, und

einer Diagnoseschaltung, um Widerstandswerte zwischen den Erfassungselektroden und der Erdungselektrode als Diagnosesignale zu erfassen.

(2) In (1) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren Konstantstromversorgungen sind.

(3) In (1) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren Konstantspannungsversorgungen sind.

(4) In (1) bis (3) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren Wechselsignale verwenden, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfache der bei der Anregungsschaltung verwendeten Anregungsfrequenz ist.

(5) In (4) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die Diagnoseschaltung die Anregungsfrequenz mit der Diagnosesignalfrequenz synchronisiert.

(6) In (4) oder (5) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren die Frequenz des zu erzeugenden Wechselsignals in dem Bereich auswählen, in dem die Rotoren aller Dipol-bildenden Kapazitäten, die mit den Erfassungselektroden und der Fluidschnittstelle aufgebaut sind, dem Wechselsignal folgen können.

(7) In (1) bis (6) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebenen Diagnosesignalgeneratoren die erwähnten identischen Wechselsignale an ein Paar von Erfassungselektroden als die erwähnten Diagnosesignale anlegen.

(8) In (1) bis (6) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem der elektromagnetische Durchflussmesser klein ist, wobei der Abstand zwischen Erfassungselektroden klein ist und das erwähnte Diagnosesignal abwechselnd an jede Elektrode angelegt wird.

(9) In (1) bis (8) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung die Abtastzeit des Durchflusssignals gleich " $l/(ein\ ganzzahliges\ Vielfaches\ der\ Wechselsignalfrequenz)$ " macht, wenn die erwähnte Wechselsignalfrequenz ein ungerades Vielfaches der erwähnten Anregungsfrequenz ist.

(10) In (1) bis (9) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung die Fluidleitfähigkeit mit gemessenen Widerstandswerte der erwähnten Erfassungselektroden berechnet.

(11) In (1) bis (9) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung den Zustand von Isoliermaterialien, die an den erwähnten Erfassungselektroden anhaften, mit den obigen, gemessenen Erfassungs-Elektrodenwiderstandswerte erfasst.

(12) In (1) bis (11) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung mit einem Analogausgang und einem drahtlosen Kommunikationsausgang versehen ist, die die gemessenen Widerstands- und Fluidleitfähigkeitswerte an ein verteiltes Steuersystem der oberen Ebene oder einen Personal-Computer übertragen.

(13) In (1) bis (10) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Konstantstromversorgung sowohl eine konstante Wechselstromschaltung als auch eine konstante Gleichstromschaltung aufweist.

(14) In (13) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem ein auf den konstanten Gleichstromversorgungen basierendes Signal für eine Leerrohrerfassung verwendet wird.

(15) In (1) bis (9) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung Diagnosesignale zwischen den erwähnten Erfassungselektroden und der erwähnten Erdungselektrode anlegt, wenn das Rohr leer ist, und eine Verschlechterung der Isolierung an den erwähnten Erfassungselektroden mit deren Diagnosesignal erfasst.

(16) In (1) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebenen Diagnosesignalgeneratoren eine Frequenz benutzen, die kein ganzzahliges Vielfaches der erwähnten Anregungsfrequenz und höher als

# DE 102 43 748 A 1

diese ist.

(17) In (16) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung die Zeit von "1/(ein ganzzahliges Vielfaches der Wechselsignalfrequenz)" als die Abtastzeit des Durchflusssignals benutzt.

(18) In (16) oder (17) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem das Abtast-Timing für das Durchflussignal und die oben beschriebene Wechselsignalfrequenz von dem gleichen Takt hergeleitet sind.

(19) In (16) oder (17) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem das Abtast-Timing für das Durchflussignal und die oben beschriebene Wechselsignalfrequenz von getrennten Takten hergeleitet sind, und wobei die Abtastzeit durch Zählen der Frequenz des erwähnten Wechselsignals und mit dessen Frequenz berechnet wird.

(20) In (16) oder (19) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebenen Diagnosesignalgeneratoren Frequenzen in dem Bereich erzeugen, in den der Rotor von Dipolen, die Kapazitäten bilden, die durch die Erfassungselektroden und die Fluidschnittstelle aufgebaut sind, dem Signal folgen können.

(21) In (16) bis (20) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Konstantstromversorgungen die erwähnten identischen Wechselsignale an ein Paar von Erfassungselektroden als das erwähnte Diagnosesignal anlegen.

(22) In (16) oder (20) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem der Durchflussmesser klein ist, wobei der Abstand zwischen den oben beschriebenen Erfassungselektroden klein ist und so ausgestaltet ist, um einen Strom abwechselnd an jede Elektrode zu leiten.

(23) In (1) bis (22) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung die Frequenz des erwähnten Diagnosesignals auf das Vierfache oder mehr der erwähnten Anregungsfrequenz einstellt, und das erwähnte Diagnosesignal an der letzten Hälfte der Anregungssignalverläufe abgetastet wird.

(24) In (1) bis (23) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, bei dem die oben beschriebene Diagnoseschaltung mit einer Adhäsionsdiagnoseschaltung versehen ist, die die Fluidwiderstandswerte mit mindestens zwei Frequenzen des Wechselsignals abwechselnd bestimmen kann, den linearen Teil der Cole-Cole-Kurve basierend auf den Widerstandswerten unterscheiden kann und die Frequenz des Diagnosesignals auswählen kann, so dass die durch das erwähnte Diagnosesignal bestimmten oben erwähnte Widerstandswerte mit dem erwähnten Widerstandswert bei der erwähnten Anregungsfrequenz übereinstimmen.

(25) In (1) bis (15) oder (24) erwähnter elektromagnetischer Durchflussmesser, der das Dualfrequenzanregungssystem verwendet, das ein Magnetfeld an das Fluid durch Ansteuern der erwähnten Anregungsspulen anlegt, wobei zwei Anregungsfrequenzen durch die erwähnte Anregungsschaltung benutzt werden, und der ausgestattet ist mit einem Mittel, das das Anregungssignal und das erwähnte Durchflussignal mit dem erwähnten Diagnosesignal synchronisiert,

einem Mittel, das die Frequenz des erwähnten Diagnosesignals zu einer Zwischenfrequenz zwischen den hohen und niedrigen Frequenzen der beiden erwähnten Anregungsfrequenzen macht, und einem Mittel, das die erwähnte Diagnosesignalfrequenz auf ein geradzahliges Vielfaches der erwähnten niedrigen Frequenz und ebenfalls die erwähnte Diagnosesignalfrequenz auf 1/(eine gerade Zahl) der erwähnten hohen Frequenz einstellt;

fernern mit einer Adhäsionsdiagnoseschaltung, in der die niedrfrequenten Differentialrauschkomponenten an der letzten Hälfte der Niederfrequenzperiode für die Abtastung des Diagnosesignals entfernt werden, und das Abtastintervall aus der Zeit für eine Periode der hohen Frequenz, in der der Einfluss der Hochfrequenzrauschkomponenten entfernt ist, und der letzten Hälfte des Anregungssignalverlaufs zusammengesetzt ist.

## 45 KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm für die Ausführungsform 1 der Erfindung.

[0013] Fig. 2 zeigt ein Schaltdiagramm im Fall, bei dem die Konstantstromversorgungen als Wechselstromgeneratoren bei der Ausführungsform 1 der Erfindung angenommen wurden.

50 [0014] Fig. 3 zeigt das Schaltbild der Konstantstromversorgung.

[0015] Fig. 4 ist ein Timing-Diagramm, für das die Frequenz der Diagnoseschaltung das Zweifache der Grundanregungsfrequenz gemacht wird.

[0016] Fig. 5 ist ein Timing-Diagramm, für das die Frequenz der Diagnoseschaltung ein geradzahliges Vielfaches der Grundanregungsfrequenz gemacht wird.

55 [0017] Fig. 6 ist ein weiteres Timing-Diagramm, für das die Frequenz der Diagnoseschaltung das Zweifache der Grundanregungsfrequenz gemacht wird.

[0018] Fig. 7 ist ein weiteres Timing-Diagramm, für das die Frequenz der Diagnoseschaltung ein geradzahliges Vielfaches der Grundanregungsfrequenz gemacht wird.

[0019] Fig. 8 ist ein Timing-Diagramm, für das die Frequenz der Diagnoseschaltung ein ungerades Vielfaches der Grundanregungsfrequenz gemacht wird.

60 [0020] Fig. 9 zeigt eine grafische Darstellung, die die Beziehung zwischen dem spezifischen Fluidwiderstand und dem Fluidwiderstand angibt, wenn rostfreie Stahlelektroden (SUS-Elektroden) verwendet werden, wenn durch Ionenaustausch entmineralisiertes Wasser als Fluid benutzt wird.

[0021] Fig. 10 zeigt eine grafische Darstellung, die ein Cole-Cole-Diagramm angibt, das durch Messen einer Elektrodenimpedanz erhalten wird, um die obere Grenze der Frequenz zu bestimmen, und wobei dessen reeller Teil und dessen imaginärer Teil aufgetragen sind.

[0022] Fig. 11 zeigt ein Schaltbild, das den Signalquellenwiderstand und den Eingangswiderstand zum Untersuchen des Einflusses des Signalquellenwiderstands infolge von an den Elektroden anhaftenden Substanzen zeigt.

# DE 102 43 748 A 1

[0023] Fig. 12 ist ein Blockdiagramm für die zweite Ausführungsform der Erfindung.  
[0024] Fig. 13 ist ein Blockdiagramm für eine Abwandlung der zweiten Ausführungsform.  
[0025] Fig. 14 ist ein Timing-Diagramm, das die Frequenz einer Diagnoseschaltung für die Grundanregungsfrequenz angibt.  
[0026] Fig. 15 ist ein Timing-Diagramm für den Fall der Einzelfrequenzanregung. 5  
[0027] Fig. 16 ist ein Timing-Diagramm für den Fall der Dualfrequenzanregung.  
[0028] Fig. 17 zeigt eine Darstellung für einen elektromagnetischen Durchflussmesser, zu dem eine Funktion zum Überwachen der Menge von Erde und Sand hinzugefügt ist.  
[0029] Fig. 17(a) zeigt ein Schaltbild, das eine Konstantstromschaltung zum Messen der Leitfähigkeit angibt.  
[0030] Fig. 17(b) zeigt ein vereinfachtes schematisches Diagramm zum Übertragen von Daten an ein Computersystem 10 höherer Ebene.  
[0031] Fig. 18 zeigt eine Zeichnung, die den Zustand der Elektrodeninstallation in dem Rohr darstellt.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

15

### Ausführungsform 1

[0032] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm für die erste Ausführungsform der Erfindung.  
[0033] Wie es in Fig. 1 gezeigt ist, sind Wechselsignalgeneratoren 3 und 9 zum Erzeugen zum Wechselsignalen (Diagnosesignalen) mit Elektroden (Erfassungselektroden, hier nachstehend einfach als "Elektroden" bezeichnet) A und B 20 als Diagnosesignalgeneratoren verbunden, um Diagnosesignale zu erzeugen, und Impedanzwandler 4 und 12 sind ebenfalls mit den Elektroden A und B verbunden. Mit den Wechselsignalgeneratoren 3 und 9 sind A/D-Wandler für Elektrodenwiderstandssignale 5 und 8 zur synchronen Erfassung und zur A/D-Umwandlung von an Elektroden A und B erzeugten Diagnosesignalen verbunden. Eine Teilerschaltung 6a zum Teilen des Taktsignals ist in der CPU 6 vorgesehen. Das Timing-Signal von dieser Teilerschaltung 6a wird an Wechselsignalgeneratoren 3 und 9 und eine Anregungsschaltung 13 25 ausgegeben.  
[0034] Außerdem werden Timing-Signale von der Teilerschaltung 6a ebenfalls die Diagnose-Timing-Signale und werden an A/D-Wandler für Elektrodenwiderstandssignale 5 und 8 ausgegeben. Die Impedanzwandler 4 und 12 sind ferner mit einem Differentialverstärker 10 verbunden, der mit dem A/D-Wandler für das Durchfluss- oder Strömungssignal 11 verbunden ist, dessen Ausgang mit der CPU 6 verbunden ist. 30  
[0035] Bei der Erfindung werden Wechselsignale als Diagnosesignale jeweils von Wechselsignalgeneratoren 3 und 9 zwischen den Elektroden A oder B und der Erdungselektrode Z angelegt (bei elektromagnetischen Durchflussmessern ist eine Erdungselektrode, wie beispielsweise ein Erdungsring oder dergleichen, der das Bezugspotential der Strömungsmessung liefert, in dem Rohr P installiert). Die Erfassung eines Leerrohrs oder Leerrohrerfassung, die Erfassung der Adhäsion von Isoliermaterialien an den Elektroden A und B sowie die Messung der Fluidleitfähigkeit werden durchgeführt, indem an den Elektroden A und B erzeugte, von Widerständen zwischen der Elektrode A und B und der Erdungselektrode Z abhängige Diagnosesignalen erhalten werden, indem eine synchrone Erfassung ausgeführt wird, eine A/D-Umwandlung mit A/D-Wählern für Elektrodenwiderstandssignalen 5 und 8 durchgeführt wird und indem diese Widerstandswerte verwendet werden. 35  
[0036] Bei diesen Vorgängen kann, wie es beispielsweise in Fig. 2 gezeigt ist, wenn Konstantstromversorgungen (Konstantstromschaltungen 15 und 17) als Wechselsignalgeneratoren 3 und 9 verwendet werden, der Wechselwiderstand R für die Elektroden A oder B als  $R = V_0/I_0$  unter jeweiliger Annahme berechnet werden, dass der konstante Wechselstromwert  $I_0$  und die an der Elektrode A oder B erscheinende Diagnosesignalspannung  $V_0$  ist. Als Ergebnis spiegelt der Elektrodenwiderstand R den Zustand des anhaftenden Isoliermaterials, den Leerrohrzustand sowie die Fluidleitfähigkeit 40 der Elektroden A oder B.  
[0037] Die Fig. 3(a) und (b) geben ebenfalls Beispiele von Schaltungen an, die die Konstantstromversorgung verwenden. 45  
[0038] In Fig. 3(a) ist eine Signalleitung 20 von der Elektrode A oder B auf der Detektorseite mit einem Impedanzwandler 21 und einer Konstantstromschaltung 19 verbunden, wobei eine Konstantstromversorgung zwischen ihnen bereitgestellt wird. Die Konstantstromschaltung 19 ist mit der CPU über einen Schalter SW1 verbunden, der mit einer Frequenz eines ganzzahligen Vielfachen der Anregungsfrequenz umgeschaltet wird. Folglich ist der erzeugte Wechselstrom 50 ein ganzzahliges Vielfaches der Anregungsfrequenz.  
[0039] In Fig. 3(b) ist eine Konstantstromversorgung 22 ähnlich wie in Fig. 3(a) zwischen der Signalleitung 20 und dem Impedanzwandler 21 vorgesehen, und die CPU 6 ist mit der Konstantstromversorgung 22 über einen Schalter SW1 verbunden. Dieser Schalter wird mit einer Frequenz eines ganzzahligen Vielfachen der Anregungsfrequenz wie in Fig. 3(a) umgeschaltet, und der somit erzeugte Wechselstrom weist eine Frequenz eines ganzzahligen Vielfachen der Anregungsfrequenz auf. 55  
[0040] Fig. 2 und 3 sind Beispiele des Verwendens von Konstantstromversorgungen (Konstantstromschaltung 15, 17, 19 oder 22). Wie es in Tabelle 1 auf der nächsten Seite gezeigt ist, kann, da diese Versorgungen die erzeugten Stromwerte ändern können, den Adhäsionszustand des Isoliermaterials und den Leerrohrzustand für die Elektroden A und B und die Fluidleitfähigkeit durch Ändern der Konstantstromwerte, abhängig von den erfassten Widerständen zwischen der Elektrode A oder B und der Erdungselektrode Z diagnostiziert werden. 60

65

Tabelle 1

Zweck	Widerstand zwischen der Elektrode und der Erdungselektrode	Konstantstromwert	Maßnahme
Leitfähigkeitsmessung	klein	groß	Umwandlung wird durch Erstellen einer Tabelle durchgeführt, die die Beziehung zwischen dem gemessenen Widerstand und der Leitfähigkeit zeigt
Erfassung von Adhäsion und eines Leerrohrs	groß	klein	Anormaler oder verschlechterter Zustand wird an dem Punkt mitgeteilt, wo der Bereichsfehler den vorgeschriebenen Wert von der Eingangsimpedanz des Eingangsverstärkers überschreitet

[0041] Als nächstes wird das Verfahren zum getrennten Ausführen der Fluidleitfähigkeitsmessung und der Adhäsions erfassung beschrieben.

[0042] Zuerst wird die Fluidleitfähigkeitsmessung ausgeführt, wie es nachstehend beschrieben ist.

[0043] Der Fluidwiderstand ( $R$ ) ist der Elektrodenfläche ( $S$ ) und der Fluidleitfähigkeit ( $\sigma$ ) umgekehrt proportional, d. h. als Gleichung ausgedrückt,  $R = k/S/\sigma$  (wobei  $k$  ein Proportionalitäts-Koeffizient ist). Demgemäß wird der Fluidwiderstand bei der in den Spezifikationen gezeigten niedrigsten Leitfähigkeit im voraus bestimmt, wobei die Oberflächen der Elektroden A und B gereinigt sind. Wenn der gemessene Fluidwiderstand  $R$  kleiner als dieser Wert ist, wird diese Situation als der Leitfähigkeitsmessbereich verarbeitet.

[0044] Für die Fluidleitfähigkeit  $\sigma$  wird mit der vorläufig bekannten Elektrodenfläche  $S$  der Proportionalitäts-Koeffizient  $k$  und der Wert des gemessenen Fluidwiderstands  $R$  berechnet.

[0045] Als nächstes wird die Erfassung des an den Elektroden anhaftenden Isoliermaterials durchgeführt, wie es nachstehend beschrieben ist.

[0046] Es wird angenommen, dass das Isoliermaterial an den Elektroden anhaftet, wenn der oben erwähnte Fluidwiderstand den Fluidwiderstand in dem Leitfähigkeitsmessbereich überschreitet. In diesem Fall basiert der Index, der den abnormalen Zustand oder verschlechterten Zustand für die Elektroden zeigt, auf der Eingangsimpedanz des in Fig. 1 gezeigten Impedanzwandlers.

[0047] Die Ergebnisse des Berechnens des Ausmaßes des Fehlers in den Widerstandswerten zwischen der Elektrode A oder B und der Erdungselektrode Z, der infolge des an den Elektroden anhaftenden Isoliermaterials erzeugt wird, basieren auf der in Fig. 11 dargestellten Konfiguration und werden in Tabelle 2 nachstehend gezeigt. In diesem Fall wird die Eingangsimpedanz des Impedanzwandlers als  $2000 \text{ M}\Omega$  angenommen. Dieser Fehler ist ein Bereichsfehler (span error) und kann somit ohne weiteres mit dem Spannungsteilungsverhältnis berechnet werden. Wenn beispielsweise angenommen wird, dass der Widerstand zwischen der Elektrode A oder der Elektrode B und der Erdungselektrode Z  $20 \text{ M}\Omega$  ist, kann ein Bereichsfehler von 1% auftreten. Da das Timing zum Ausgeben von Alarmen von den Genauigkeitsanforderungen des Benutzers abhängt, können sowohl der gemessene Fluidwiderstand als auch der Anzeigefehler als Analogwerte ausgegeben werden.

60

65

# DE 102 43 748 A 1

Tabelle 2

## Einfluss des Signalquellenwiderstands

Eingangswiderstand (MΩ)	Signalquellenwiderstand (MΩ)	Fehler (%)
2000	3,3	0,16
2000	5	0,25
2000	10	0,50
2000	20	0,99
2000	40	1,96

[0048] Wenn außerdem ein einziger Bereich einer Konstantstromversorgung zur Anormalitätserfassung konfiguriert ist, wie beispielsweise der Adhäsionserfassung oder der Leerrohre erfassung, ist es vorteilhaft, dass das Wechseldiagnose-  
signal, das zum Messen des Elektrodenwiderstands verwendet wird, wenn das Rohr mit Wasser gefüllt ist und es keine  
anhaftenden Stoffe an den Elektroden gibt, verglichen mit dem Verfahren des Anlegens einer Konstantspannung an die  
Elektroden sehr klein sein kann. Dies liegt daran, dass der Widerstand zwischen der Elektrode A oder B und der Erdungs-  
elektrode Z, wenn das Rohr mit Wasser gefüllt ist und es keinen anhaftenden Stoff gibt, ausreichend kleiner als derjenige  
des oben erwähnten abnormalen Zustands ist. Wenn die Fluidleitfähigkeit ferner im voraus bekannt ist, kann der Adhäsions-  
zustand ebenfalls mit der Differenz zwischen dem gemessenen Fluidwiderstand und dem aus der Fluidleitfähigkeit  
nach Temperaturkompensation berechneten Widerstand erfasst werden. 15

[0049] Obgleich außerdem ein Beispiel des Verwendens einer Konstantstromversorgung, die eine Rechteckwelle aus-  
gibt, bei dieser Ausführungsform der Erfahrung gezeigt wird, können Konstantstromversorgungen, die sinusförmige  
oder dreieckige Wellen ausgeben, ebenfalls verwendet werden. Da jedoch die Synchronisation darauf basiert, dass die  
Frequenz des Diagnosesignals ein geradzahliges Vielfaches der Anregungsfrequenz ist, kann die Signalverarbeitung von  
Rechteckwellen leichter sein. 20

[0050] Obgleich ein Beispiel mit einer Konstantstromversorgung als Diagnosesignalgenerator bei dieser Ausführungs-  
form der Erfahrung gezeigt wird, kann außerdem, wenn eine Konfiguration mit einer Konstantspannungsversorgung an-  
statt der Konstantstromversorgung verwendet wird, die Erfahrung angewendet werden, wie sie ist. 30

[0051] In den Fig. 3(a) und (b) gezeigte Konstantstromversorgungen 19 und 22 können sowohl als eine konstante  
Wechselstromschaltung (AC constant current circuit) als auch eine konstante Gleichstromschaltung (DC constant current  
circuit) verwendet werden. Für getrennte Wechselstrom- und Gleichstromversorgungen wird eine Bootstrap-Schaltung  
verwendet, um die Eingangsimpedanz des Impedanzwandlers 21 zu erhöhen, oder eine Ansteuerungsabschirmung (drive  
shielding) wird für die Kabelabschirmung verwendet (Signalleitung 20). In diesem Fall kann, wenn der Widerstand zwi-  
schen der Elektrode A oder B und der Erdungselektrode 2, an der eine positive Rückkopplung angelegt wird, extrem  
hoch wird (mehrere Hundert MΩ oder mehr), der Impedanzwandler 21 eine Schwingung erzeugen. Aus diesem Grund  
wird, wenn der Widerstand zwischen der Elektrode A oder B und der Erdungselektrode Z auf einen extrem hohen Wert  
ansteigt, wie in dem Fall eines Leerrohrs, die an der Elektrode erfassste Spannung zur Versorgungsspannung durch Leiten  
des konstanten Gleichstroms bevor die Konstantstromversorgungen 19 und 22 beginnen zu oszillieren. Dann wird die  
Gleichspannung des Impedanzwandlers 21 überwacht, der Leerrohrzustand bestimmt und der Betrieb des Konstant-  
stromwerts angehalten (der Konstantstromwert wird gleich Null gemacht). Dies vermeidet das Schwingungsproblem. 35

[0052] In der in Fig. 2 gezeigten Konfiguration wird diese Messung ebenfalls möglich, in dem eine Gleichspannung zu  
dem Teil hinzugefügt wird, an dem die Bezugsspannung (V) in der Konstantstromschaltung 15 oder 17 angelegt wird. 40

[0053] Als nächstes wird die zur Messung verwendete Frequenz beschrieben.

[0054] Die Frequenz für das Diagnose-Timing in der Diagnoseschaltung wird als ein ganzzahliges Vielfaches der An-  
regungsfrequenz eingestellt, wie es aus den Fig. 3(a) und (b) interpretiert werden kann. In dem Anregungsstrom enthal-  
tene Frequenzkomponenten und das Strömungssignal sind aus der Grundanregungsfrequenz und harmonischen Kompo-  
nenten ihrer ungeraden Vielfachen zusammengesetzt. Aus diesem Grund kann eine Diagnoseschaltung erreicht werden,  
die den Anregungsstrom und das Strömungssignal im Prinzip nicht beeinflusst, in dem die Frequenz für das Diagnose-Ti-  
ming in der Diagnoseschaltung als ein geradzahliges Vielfaches der Anregungsfrequenz ausgeführt wird. 50

[0055] Sogar wenn außerdem die Frequenz für das Diagnose-Timing für die Diagnoseschaltung als ein ungeradzahliges  
Vielfaches der Anregungsfrequenz ausgewählt wird, kann eine Durchflusssignal-Messschaltung erhalten werden, die  
nicht von der Diagnoseschaltung beeinflusst wird, indem das Abtastintervall für das Durchflusssignal als die Zeit genom-  
men wird, zu der der integrierte Wert des Diagnosesignals Null wird. 55

[0056] In diesem Fall wird bei der Ausführungsform 1 entschieden, ein System anzunehmen, um das Anregungs-Ti-  
ming und das Diagnose-Timing zu synchronisieren. Wenn diese beiden Arten von Timing asynchron gemacht werden,  
sind zwei Oszillatoren notwendig, und ein geradzahliges Vielfaches der Anregungsfrequenz kann infolge der Differenz  
in den Temperaturkennlinien der beiden Oszillatoren nicht erhalten werden, und somit kann, infolge dieser Frequenzver-  
schiebung, die in der Diagnoseschaltung verwendete Erfassungsspannung das Strömungssignal beeinflussen. Aus die-  
sem Grund wird bei der ersten Ausführungsform das Synchronisierungssystem angenommen. Gemäß diesem System  
geht, da von dem gleichen Takt geteilte Timing-Signale verwendet werden, wenn angenommen wird, dass sich die ur-  
sprüngliche Schwingungsfrequenz eines Taks mit der Umgebungstemperatur verändert, die Synchronisation der Anre-  
gungsfrequenz mit der Diagnosefrequenz nicht verloren, und dies ermöglicht, dass eine Diagnoseschaltung und eine  
Strömungssignalmessschaltung, die kaum von Temperaturänderungen beeinflusst werden, erhalten werden können. 60

[0057] Für die obere Grenze dieser Frequenz besteht ein Problem der Strukturverteilung der Elektrodenkapazität in den  
Elektroden A oder B. Dies bedeutet, dass die Drehung des Dipols, der eine Kapazität bildet, nicht länger die Frequenz  
7

# DE 102 43 748 A 1

verfolgt, wenn die Frequenz für die Kapazität, die mit einem eine Elektrode bildenden Metall aufgebaut wird, und die Grenzfläche des Fluids groß werden. Da sich der Wechselstromwiderstand für diesen Bereich stark von derjenigen bei niedrigen Frequenzen unterscheidet, muss die Frequenz in dem Bereich begrenzt werden, wo die Elektrodenkapazität kein Auftreten einer Strukturverteilung verursacht.

5 [0058] Um diese Tatsache zu erläutern, wird die Beziehung zwischen dem spezifischen Fluidwiderstand und der Wechselstromwiderstand in **Fig. 9** gezeigt. **Fig. 9** ist eine grafische Darstellung, die die Beziehung zwischen dem spezifischen Fluidwiderstand und dem Fluidwiderstand in dem Fall zeigt, in dem durch Ionenaustausch entmineralisiertes Wasser als das Fluid und rostfreies Stahl für die Elektroden verwendet werden. In **Fig. 9** ist, wenn die Diagnosefrequenz 20 kHz überschreitet, der Wechselstromwiderstand mit dem Fluidwiderstand nicht linear. Andererseits stimmt, wenn die Diagnosefrequenz 2 kHz oder weniger ist, der Wechselstromwiderstand bei 2 kHz mit demjenigen bei niedrigeren Frequenzen überein. Durch Annehmen einer Frequenz in diesem Bereich kann der gleiche Wechselstromwiderstand wie derjenige bei der Anregungsfrequenz gemessen werden, der zur Strömungssignal erfassung verwendet wurde. Wie es jedoch im Stand der Technik gezeigt ist, macht dieses System des Strömungssignals von dem Diagnosesignal mit einem Filter schwierig, und somit ist es wesentlich, das oben erwähnte Synchronisierungssystem zu benutzen.

10 15 [0059] Um die obere Grenze der Frequenz zu bestimmen, reichen die Messung der Elektrodenimpedanzen und des Erstellens einer grafischen Darstellung der reellen und imaginären Teile (Cole-Cole-Diagramm) aus. Dieses Beispiel einer Messung, das heißt das Ergebnis der grafischen Auftragungen, ist in **Fig. 10** gezeigt, in der die grafische Darstellung aus einem linearen Abschnitt A und einem kreisförmigen Bogenabschnitt B besteht. Der kreisförmige Bogenabschnitt B gibt einen Bereich hoher Frequenz und der lineare Abschnitt A gibt einen Bereich niedriger Frequenz an. Der Wechselstromwiderstand an dem linearen Abschnitt gibt eine Kennlinie an, in der der spezifische Fluidwiderstand und der Fluidwiderstand eine lineare Beziehung aufweisen, wie es in **Fig. 9** gezeigt ist. Der kreisförmige Bogenabschnitt B in **Fig. 10** zeigt einen Bereich, in dem die oben beschriebene Strukturverteilung auftritt.

20 25 [0060] Aus diesem Grund kann eine Frequenz, die höher als diejenige ist, die für die Diagnoseschaltung verwendet wird, die bei später beschriebenen Ausführungsformen gezeigt wird, ebenfalls ausgewählt werden, wobei die obere Grenze der Frequenz aus dem praktisch benutzten Elektrodenmaterial, der Fluidleitfähigkeit und der Art des Fluids im voraus bestimmt wird. Das Frequenzauswahlverfahren ermöglicht, dass der Wechselstromwiderstand bei der Frequenz, die mit der tatsächlichen Annäherungsfrequenz übereinstimmt, gemessen werden kann.

30 35 [0061] Als nächstes werden Signal-Timings für jedes bei der Erfindung tatsächlich verwendete Signal anhand der Zeichnungen von **Fig. 4** bis **Fig. 8** beschrieben.

40 45 [0062] Im Folgenden stellt das Anregungs-Timing-Signal das Timing dar, wenn Anregungsstrom an die Anregungsspule in dem Rohr angelegt wird, und der Anregungsstromsignalverlauf den Anregungszustand darstellt und ebenfalls eine Signalverlauf ist, der dem Strömungserfassungssignal entspricht. Diagnose-Timing-Signale 1 bis 5 stellen die Timings des Anlegens von Wechselströmen zwischen der Elektrode A oder B und der Erdungselektrode Z von den konstanten Wechselstromgeneratoren 5 und 8 oder anderen dar, die dem durch die CPU 6 oder der Teilerschaltung 6a oder dergleichen erzeugten Timing entsprechen. Das Diagnosesignal stellt einen Signalverlauf dar, der zwischen der Elektrode A oder B und der Erdungselektrode Z erhalten wurde. Positive (oder negative) Abtast-Timing-Signale 1 bis 5 für die Diagnose sind Timings für die Signalverarbeitung nach Erfassen von Diagnosesignalen.

50 55 [0063] An den Elektroden A und B in Abhängigkeit von den Widerständen zwischen der Elektrode A oder B und der Erdungselektrode Z erzeugte Spannungen werden durch Abtastung (synchrone Erfassung) des positiven Teils und negativen Teils jedes von den Elektroden A und B erfassenen Diagnosesignals und Bestimmen ihrer Differenz erfassst. Obgleich das Abtastintervall eine 1/4-Wellenabtastung benutzt, kann eine 1/2-Wellenabtastung ebenfalls benutzt werden. In dem Fall einer N<sub>2</sub>-Wellenabtastung kann auch die Umwandlung des Signals in Gleichstrom in der Absolutwertschaltung und dann die Implementierung der A/D-Umwandlung der Gleichspannung benutzt werden.

60 65 [0064] Inzwischen zeigen die **Fig. 4** bis **7** Ausführungsformen, in denen die Diagnosefrequenz für die Diagnoseschaltung ein geradzahliges Vielfaches der Grundanregungsfrequenz ist.

[0065] **Fig. 4** und **Fig. 6** zeigen Ausführungsformen, in denen die Diagnosefrequenz für die Diagnoseschaltung das Zweifache der Anregungsfrequenz ist.

[0066] Obgleich die primär zu erfassenden Strömungssignale Diagnosesignale in jeder Abtastung bei positiven und negativen Anregungen beim Abtasten des Strömungssignals aufweisen und von den Diagnosesignalen beeinflusst werden, können diese Effekte durch Bestimmen der Differenz zwischen jedem Strömungssignal bei positiven und negativen Anregungen gelöscht werden.

[0067] **Fig. 5** und **Fig. 7** zeigen Ausführungsformen, in denen die Diagnosefrequenz für die Diagnoseschaltung das Vierfache der Anregungsfrequenz ist.

[0068] Bei diesen Ausführungsformen wird das Abtasten an den Abschnitten, in denen die Einflüsse des in den Diagnosesignalen enthaltenen differentiellen Rauschen klein sind, freigegeben und somit die Genauigkeit des gemessenen Fluidwiderstands verbessert.

[0069] Die elektromagnetischen Durchflussmesser für **Fig. 4** und **5** benutzen ein System, in dem ein Konstantstrom durch jede der Elektroden A und B gleichzeitig geleitet wird. Dieses System wird vorzugsweise auf Durchflussmesser angewendet, bei denen der Abstand zwischen den Elektroden A und B groß ist. In diesem Fall zeigen, wenn der Adhäsionszustand des Isoliermaterials nahezu der gleiche an beiden Elektroden A und B ist, die an den Elektroden A und B erzeugten Diagnosesignale nahezu identische Werte, und somit wird das Diagnosesignal in dem Ausgang des Differentialverstärkers (Differentialverstärker 10) für Strömungssignalmessung, das in **Fig. 1** gezeigt ist, nahezu Null.

[0070] Elektromagnetische Durchflussmesser für **Fig. 6** und **7** sind diejenigen, deren Durchmessergrößen klein sind, d. h., dass der Abstand zwischen den Elektroden klein ist. In Durchflussmessern kleiner Größe werden, da der Abstand zwischen den Elektroden A und B klein ist und beide Elektroden voneinander beeinflusst werden, die Timings zum Anlegen des Konstantstroms geändert, so dass der Strom nicht an beide Elektroden gleichzeitig geleitet wird.

[0071] **Fig. 8** zeigt eine Ausführungsform, bei der die Frequenz, die sich auf das Diagnose-Timing für die Diagnoseschaltung bezieht, ausgewählt wird, um ein ungeradzahliges Vielfaches der Grundanregungsfrequenz zu sein.

# DE 102 43 748 A 1

[0072] In diesem Fall wird das Abtastintervall für das Strömungssignal auf eine Zeit eingestellt, so dass der integrierte Wert des Diagnosesignals Null wird. Durch diese Abtastintervallauswahl kann eine Durchflusssignalmessschaltung, die nicht von der Diagnoseschaltung beeinflusst wird, erhalten werden. 5

[0073] Als ein Verfahren zur Diagnose, ob die Adhäsion durch an Elektroden A und/oder B anhaftendes Isoliermaterial oder durch Anhaften an der Erdungselektrode nach der Adhäsionsdiagnose verursacht wird, kann eine Schaltung zum Anlegen eines Konstantstroms zwischen einem Paar von Messelektroden A und B hinzugefügt werden, und nach der Adhäsionsdiagnose kann der Widerstand zwischen den Elektroden A und B durch Betreiben dieser Schaltung gemessen werden. Wenn der Widerstand zwischen den Elektroden A und B klein ist, kann das Anhaften an der Erdungselektrode diagnostiziert werden. In diesem Fall ist das obige extrem vorteilhaft bei elektromagnetischen Durchflussmessern, die eine Elektrodenreinigungsfunktion aufweisen, und bei denjenigen, deren Batterien ausgetauscht werden können. 10

[0074] Dann wird die Anregung nach Erfassen der Adhäsion angehalten, wenn der Fluidwiderstand in den brauchbaren Bereich eintritt (messbarer Bereich der Fluidleitfähigkeit). Dies ermöglicht den Betrieb mit niedrigem Leistungsverbrauch. 10

[0075] Fig. 18 stellt den Zustand der im Rohr P installierten Elektrode A (B) dar. An der Innenoberfläche des mit dem Fluid benetzten Rohrs P, wird beispielsweise eine aus Teflon (registriertes Warenzeichen) oder Urethan hergestellte Auskleidung L gebildet, und die mit der Signalleitung 403 versehene Elektrode A (B) wird installiert, so dass sie mit dem zu messenden Fluid benetzt wird. Zur einfachen Wartung ist die Elektrode A (B) konfiguriert, um mit einer Elektrodenkappe 401 und einer Feder 402 an das Rohr pressangepasst zu sein. Das Rohr ist auf dem gleichen Potential wie die Erdungselektrode Z. 15

[0076] In einigen Fällen kann das zu messende Fluid in die Lücke zwischen der Elektrodenkappe 401 und der Elektrode A (B) eintreten, und wenn das zu messende Fluid in der Lücke stagniert, kann ein fehlerhafter Betrieb auftreten. Die Erfindung kann verwendet werden, um einen derartigen fehlerhaften Betrieb zu erfassen. Mit anderen Worten wird das in Fig. 1 gezeigte Diagnosesystem angewendet, wenn das Rohr P leer ist. Wenn das zu messende Fluid nicht stagniert, ist der Widerstand zwischen der Elektrode A (B) und der Erdungselektrode Z unendlich, und wenn das zu messende Fluid stagniert, ist der Widerstand zwischen der Elektrode A (B) und der Erdungselektrode Z kleiner. Wenn dieser Widerstandswert von der Größenordnung von einigen Zehn bis Hunderten  $M\Omega$  ist, beeinflusst er nicht die Strömungsmessung, wenn er jedoch kleiner als diese Werte ist, verursacht er einen Bereichsfehler und beeinflusst die Messung nachteilig. 25

[0077] Die oben erwähnte Erfindung kann, da sie Widerstände von mehreren bis einigen Zehn  $M\Omega$  messen kann, erfassen, ob ein derartiges zu messendes Fluid um die Elektroden stagniert oder nicht. 30

[0078] Außerdem kann die oben gemessene Leitfähigkeit des zu messenden Fluids, der Adhäsionszustand des Isoliermaterials an den Elektroden A und B, die Leerrohrfassungsinformation, Information über Wassereindringen zu den Elektroden hin, etc. an ein großes Steuersystem oder ein kleines Computersystem, wie beispielsweise einen Personal-Computer, übertragen werden, dass ein System höherer Ebene mit einem drahtlosen Kommunikationsmittel verbunden ist, das in einem elektromagnetischen Durchflussmesser der Erfindung installiert ist. 35

## Ausführungsform 2

[0079] Fig. 12 und Fig. 13 zeigen Blockdiagramme für die zweite Ausführungsform der Erfindung. Fig. 13 ist ein Beispiel einer Abwandlung des in Fig. 12 gezeigten Systems. Fig. 14 zeigt die Timing-Tafel für dieses Diagramm. In den in Fig. 12 und Fig. 13 gezeigten Konfigurationen werden die gleichen Bezugsziffern den gleichen Blöcken wie denjenigen in Fig. 1 gegeben. Da außerdem in Fig. 12 und Fig. 13 das Rohr P, an dem die Elektroden A und B und auch die Erdungselektrode Z verbunden sind, die gleiche Konfiguration wie diejenige in Fig. 1 aufweist, wird ihre Angabe weggelassen. 40

[0080] In dem Blockdiagramm von Fig. 12 werden der Takt für die Diagnoseschaltung und der Takt für die Strömungssignalerfassungsschaltung voneinander getrennt (Takt 1 und Takt 2). Mit anderen Worten wird jedes Taktsignal (Takt 1 und Takt 2) mit zwei Teilerschaltungen 16 und 18 geteilt. Dies kann ebenfalls durch Auswählen der Frequenz als Timing ausgeführt werden, wenn der durch das gleiche Taktsignal geteilte Takt (Takt 1) der CPU 1 an die Diagnoseschaltung mit einem Wert gegeben wird, der kein ganzzahliges Vielfaches der Anregungsfrequenz ist. 45

[0081] Dann wird der Signalwert der Diagnoseschaltung in einem Abtastintervall gleich Null gemacht, in dem die Abtastzeit für das Strömungssignal ein ganzzahliges Vielfaches der Diagnoseschaltungssignalperiode gemacht wird. Dies hindert das oben beschriebene Diagnoseschaltungssignal am Beeinflussen des Durchfluss- oder Strömungssignals. 50

[0082] In Fig. 12 wird die Abtastzeit für das Strömungssignal basierend auf dem Wert des im voraus bekannten Taks 2 bestimmt. Ein Problem dieses Verfahrens besteht darin, dass, wenn sich das Taktsignal mit der Temperatur verändert, die Abtastzeit für das Strömungssignal kein ganzzahliges Vielfaches der Diagnoseschaltungssignalfrequenz und somit wird Strömungssignal beeinflusst das. 55

[0083] Um dies zu vermeiden, wird mit der in Fig. 13 gezeigten Konfiguration die Frequenz des Taktsignals (Takt 2) mit einem Zähler 25 der CPU 6 gemessen, und die Abtastzeit des Strömungssignals wird basierend auf dem gemessenen Frequenzwert bestimmt. Dies ermöglicht, dass die Abtastzeit des Strömungssignals fehlerfrei ein ganzzahliges Vielfaches der Diagnoseschaltungssignalperiode ist. Da außerdem die Auswahl der Frequenz für die Diagnoseschaltung, die aus dem gleichen Takt (Takt 2) der CPU auf einen Wert geteilt wird, der kein ganzzahliges Vielfaches der Grundanregungsfrequenz ist, es ermöglicht, dass die Abtastzeit aus dem gleichen Taktsignal bestimmt werden kann (Takt 2), wird die Abtastzeit nicht durch Temperaturänderungen der Taktfrequenz beeinflusst. Aus diesem Grund kann die Abtastzeit des Strömungssignals fehlerfrei ein ganzzahliges Vielfaches der Diagnoseschaltungssignalperiode sein. 60

## Ausführungsform 3

65

[0084] Als nächstes wird das Abtasten des Diagnosesignals für eine Einzelfrequenzanregung und eine Dualfrequenzanregung beschrieben.

# DE 102 43 748 A 1

[0085] Die oben beschriebene Ausführungsform 1 und Ausführungsform 2 sind Ausführungsformen für eine Einzelfrequenzanregung, und bei den mit Elektroden A und B beim Diagnosebetrieb erfassten Signalverläufen sind die Diagnosesignalkomponenten und Differentialrauschkomponenten enthalten, wie es in Fig. 15 gezeigt ist. Demgemäß wird die Diagnosesignalfrequenz ausgestaltet, so dass sie auf das Vierfache oder mehr der Anregungsfrequenz eingestellt ist, und wie es in Fig. 15 gezeigt ist, wird das Diagnosesignal an der letzten Hälfte des Anregungsstromsignalverlaufs abgetastet, wo das Differentialrauschen kleiner ist, was den Einfluss des Differentialrauschen verringert.

[0086] Als nächstes wird der Modus des Messens der Leitfähigkeit beschrieben. Eine Frequenz an der Grenze des linearen Bereichs A und des kreisförmigen Bogenbereichs B des in Fig. 10 bei der Ausführungsform 1 der Erfindung gezeigten Cole-Cole-Diagramms verändert sich in Abhängigkeit von den Bedingungen bei dem Zustand zwischen den Elektroden A und B und dem Fluid. Bei dieser Arbeitsweise wird der Fluidwiderstand abwechselnd mit mindestens zwei Frequenzarten bei der Ausführungsform 1 der Erfindung gemessen. Wenn diese Widerstandswerte miteinander in einem vorbestimmten Bereich übereinstimmen, wird angenommen, dass die Messung in dem linearen Bereich durchgeführt wurde, und es wird beurteilt, dass die Leitfähigkeitsmessung in der Nachbarschaft der Anregungsfrequenz ohne ein Problem ausgeführt wurde. Wenn diese Widerstandswerte nicht miteinander übereinstimmen, das heißt, wenn sie jenseits des vorgeschriebenen Bereichs sind, wird angenommen, dass die Messung in dem kreisförmigen Bogenbereich des Cole-Cole-Diagramms durchgeführt wurde, und die Leitfähigkeitsmessung in der Nachbarschaft der Anregungsfrequenz wird beurteilt, als ob sie nicht normal ausgeführt wurde.

[0087] Aus dieser Beurteilung wird die Frequenz an der Grenze des linearen Bereichs und des kreisförmigen Bogenbereichs des Cole-Cole-Diagramms erfasst, und die Diagnosesignalfrequenz wird ausgewählt, so dass die Fluidwiderstände durch das Diagnosesignal mit dem Fluidwiderstand in dem linearen Bereich übereinstimmen.

[0088] Als nächstes wird die Diagnose, wenn die Erfindung auf einen elektromagnetischen Durchflussmesser angewendet wird, der Dualfrequenzanregung benutzt, mittels Fig. 16 beschrieben.

[0089] Zuerst werden Anregungs- und Durchfluss- bzw. Strömungssignale (Anregungsstromsignalverläufe) mit dem Diagnosesignal (Diagnosesignalverläufe) synchronisiert. Dann wird die Frequenz für das Diagnose-Timing, die auf das Diagnosesignal angewendet wird (Diagnosesignalverlauf), als eine Zwischenfrequenz zwischen der Hochfrequenz (H) und der Niederfrequenz (L) in den mit den beiden Frequenzen konfigurierten Anregungsstromsignalverläufen eingestellt. Die Erfassung des Diagnosesignals, das heißt, des Timing für die Diagnosesignalabtastung, wird ausgewählt, um ein geradzahliges Vielfaches der Niederfrequenz (L) sowie auch ein (1/eine gerade Zahl) der Hochfrequenz (H) zu sein, und somit wird das Abtasten des Diagnosesignals an der letzten Hälfte der Niederfrequenzwellenperiode durchgeführt, wo sich das Differentialrauschen ausreichend verringert.

[0090] Entweder wird (a) ein Abtastintervall einer Periode der Hochfrequenz (H) zum Entfernen des Einflusses der Differentialrauschkomponenten der Hochfrequenz (H) (Diagnosesignalabtasten (1)) oder (b) ein Abtasten an der letzten Abschnittshälfte der Anregungsfrequenz, wo der Einfluss des Differentialrauschen der Hochfrequenz (H) klein wird (Diagnosesignalabtasten (2)), verwendet, während der Einfluss der Differentialrauschkomponenten der Niederfrequenz (L) entfernt wird. Jeder der beiden obigen Abtast-Timing-Intervalle kann angenommen werden.

## Ausführungsform 4

[0091] Fig. 17 zeigt ein Beispiel einer Anwendung zum Überwachen der Menge von Erde und Sand mit einem elektromagnetischen Durchflussmesser, auf den die Erfindung angewendet wird.

[0092] In Fig. 17(a) ist eine Konstantstromschaltung in einem elektromagnetischen Durchflussmesser angegeben. Diese Konstantstromschaltung ist die gleiche wie die in Fig. 3 gezeigte Konstantstromschaltung, und somit wird in Fig. 17 die gezeigte Leitfähigkeit für einen elektromagnetischen Durchflussmesser ebenfalls mit der Konstantstromschaltung 30 gemessen. Außerdem sollte ein Wechselstromsignal auf Grund des Problems der Elektrodenpolarisationsspannung verwendet werden. Andere Elemente, wie beispielsweise ein Impedanzwandler 32, wirken auf die gleiche Art und Weise wie in der Schaltung von Fig. 3.

[0093] In Fig. 17(a) wird, wie es oben beschrieben ist, die Leitfähigkeit des zu messenden Fluids basierend auf einem Diagnosebetrieb der Elektroden berechnet. Mit anderen Worten wird die Menge von Erde und Sand aus den Leitfähigkeiten zwischen den Elektroden A und B und der Erdungselektrode Z geschätzt. Da sich die Leitfähigkeit abhängig von der Menge von abgelagerten Erde und Sand verringert, während die Leitfähigkeit von Leitungswasser von 100 bis 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  reicht, kann die Erfindung beispielsweise auf Einrichtungen oder Installationen von Zuführwasser oder Abwasser für Landwirtschaftswasser, Dämme, Flüsse, Seen, Sumpfe, etc. durch Messen der Leitfähigkeit des zu messenden Fluids angewendet werden. Bei derartigen Anwendungen wird gewöhnlicherweise die Menge von Erde und Sand durch Installieren von Dichtemessvorrichtungen bzw. "Densitometern" oder dergleichen zusätzlich zu Durchflussmessern gemessen. Gemäß der Erfindung sind jedoch Densitometer nicht notwendig; der Durchfluss oder die Menge von Erde und Sand kann alleine mit elektromagnetischen Durchflussmessern gemessen werden.

[0094] Außerdem kann die Konstantstromschaltung 30 mit einem Schalter 34 versehen sein, um ihren Betrieb anzuhalten, so dass sie extern mit Batterien angetrieben werden kann. Dies macht einen intermittierenden Betrieb möglich.

[0095] Außerdem ist, wie es in Fig. 17(b) gezeigt ist, die Ausgabe des elektromagnetischen Durchflussmesser ein analoger Wert der Strömungsausgabe, und diese geschätzte Menge von Erde und Sand ist ebenfalls ein analoger Wert. Demgemäß können die Ausgaben von dem Gerät (Elektrodenanordnungen eines elektromagnetischen Durchflussmessers) 100 an ein großes Steuersystem oder ein kleines Computersystem 300, wie beispielsweise einen Personal-Computer, der mit einem System der oberen Ebene über eine Kommunikationseinheit 200 durch eine drahtlose Kommunikation verbunden ist, ohne Hinzufügung von Kabeln, gesendet werden.

[0096] Bei der Ausführungsform 1 der Erfindung werden Wechselstromsignale als ein Mittel verwendet, um den Adhäsionszustand innerhalb des Rohrs und die Fluidleitfähigkeit zu erfassen; eine Frequenz eines ganzzahligen Vielfachen der Grundanregungsfrequenz wird für die Konstantstromversorgung angenommen; die Anregungsfrequenz wird mit der Signalfrequenz für die Adhäsionserfassungsschaltung synchronisiert; eine Frequenz, die nicht von der Strukturverteilung

# DE 102 43 748 A 1

der Elektroden beeinflusst wird, wird ausgewählt; und ferner wird die Elektrodenimpedanzmessschaltung bereitgestellt. [0097] Dies ermöglicht, dass die Elektrodenimpedanz durch Messen der Elektrodenimpedanz in der Nähe der Anregungsfrequenz genau gemessen werden kann. Als Ergebnis kann die Adhäsionserfassung und die Unterscheidung des Typs des Fluids genau durchgeführt werden. Da außerdem eine höhere Frequenz als die Grundaufregungsfrequenz verwendet wird, kann eine Diagnoseschaltung erhalten werden, die nicht so sehr von Fluidrauschen beeinflusst wird, und in der sich die Durchflusssignalmessschaltung und die Elektrodenimpedanzmessschaltung nicht stören. 5

[0098] Ferner kann der Zustand der Stagnierung bzw. Staus des zu messenden Fluids in Elektrodenabschnitten durch Betreiben der Diagnoseschaltung unterschieden werden, wenn das Rohr leer ist.

[0099] Gemäß der Ausführungsform 2 der Erfindung werden Wechselstromsignale als ein Mittel benutzt, um den Adhäsionszustand innerhalb des Rohrs und die Fluidleitfähigkeit zu erfassen; eine Frequenz, die kein ganzzahliges Vielfaches der Grundaufregungsfrequenz ist, wird als die Frequenz dieses Wechselstromsignals ausgewählt; und eine Frequenz, die nicht von der Strukturverteilung von Elektroden beeinflusst wird, wird als das Wechselstromsignal ausgewählt. Außerdem ist das oben beschriebene Wechselstromsignal aufgebaut, um das Durchflusssignal nicht zu beeinflussen, indem eine Elektrodenimpedanz-Messschaltung bereitgestellt und die Abtastzeit für das Durchflusssignal auf ein ganzzahliges Vielfaches der Periode des oben erwähnten Wechselstromsignals eingestellt wird. 10 15

[0100] Aus diesem Grund kann ein elektromagnetischer Durchflussmesser verwirklicht werden, der die Elektrodenimpedanz durch Messen der Elektrodenimpedanz in der Nähe der Anregungsfrequenz genau messen und die Erfassung von Adhäsion und Unterscheidung des Typs von Fluid genau durchführen kann. Die Erfindung bietet ebenfalls eine Elektrodenimpedanzmessschaltung an, die nicht so sehr durch Fluidrauschen beeinflusst wird, und ermöglicht, dass eine Durchflusssignal-Messschaltung und eine Elektrodenimpedanz-Messschaltung, die einander nicht stören, gebildet werden können. 20

[0101] Gemäß dem in Ausführungsform 3 der Erfindung gezeigten Diagnosesignalabtastverfahren kann ein elektromagnetischer Durchflussmesser erhalten werden, in dem der durch Differentialrauschen verursachte Einfluss auf das Diagnosesignal durch Benutzen eines Systems mit Dualfrequenzanregung klein wird. Da außerdem die Fluidwiderstandsmessung mit zwei oder mehr Frequenzen abwechselnd bei der Leitfähigkeitsmessung durchgeführt wird, wird somit der lineare Bereich des Cole-Cole-Diagramms dadurch unterschieden, ob die Widerstandswerte in einem vorbestimmten Bereich sind oder nicht, und die Frequenz des Diagnosesignals kann ausgewählt werden, so dass die von dem Diagnosesignal gemessenen Fluidwiderstände mit dem unter Verwendung der Anregungsfrequenz erhaltenen Fluidwiderstand übereinstimmen. 25

[0102] Gemäß der Ausführungsform 4 der Erfindung kann, da bestimmt wurde, dass die Menge von Erde und Sand in dem zu messenden Fluid durch Messen der Leitfähigkeit überwacht wird, die Menge von Erde und Sand kostengünstiger als in dem Fall geschätzt werden, in dem die Menge von Erde und Sand mittels einer Dichtebestimmung durch Installation eines Densitometers gemessen wird. 30

## Patentansprüche

35

1. Elektromagnetischer Durchflussmesser, der mit einem Rohr versehen ist, durch das das zu messende Fluid geleitet wird, der ein Magnetfeld an das Fluid anlegt, wobei Anregungsspulen mit einem Anregungsstrom getrieben und so die Durchflussrate des durch das Rohr laufenden Fluids gemessen wird, mit:

einem Paar von Erfassungselektroden, um ein der Durchflussrate des durch das Rohr laufenden Fluids entsprechendes Durchflus- bzw. Strömungssignal zu erfassen, 40 einer Erdungselektrode, deren Potential das Bezugspotential zur Zeit der Durchflussratenmessung ist, Diagnosesignalgeneratoren, die Diagnosesignale zwischen den Erfassungselektroden und der Erdungselektrode anlegen, und einer Diagnoseschaltung, um Widerstandswerte zwischen den Erfassungselektroden und der Erdungselektrode als Diagnosesignale zu erfassen. 45

2. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 1, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren Konstantstromversorgungen sind.

3. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 1, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren Konstantspannungsversorgungen sind. 50

4. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren Wechselsignale verwenden, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfache der bei der Anregungsschaltung verwendeten Anregungsfrequenz ist.

5. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 4, bei dem die Diagnoseschaltung die Anregungsfrequenz mit der Diagnosesignalfrequenz synchronisiert. 55

6. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 4 oder Anspruch 5, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren die Frequenz des zu erzeugenden Wechselsignals in dem Bereich auswählen, in dem die Rotoren aller Dipolbildenden Kapazitäten, die mit den Erfassungselektroden und der Fluidschwelle aufgebaut sind, dem Wechselseignals folgen können.

7. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren die identischen Wechselsignale an ein Paar von Erfassungselektroden als die Diagnosesignale anlegen. 60

8. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der elektromagnetische Durchflussmesser klein ist, in dem der Abstand zwischen Erfassungselektroden klein ist und das Diagnosesignal abwechselnd an jeder Elektrode angelegt wird.

9. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Diagnoseschaltung die Abtastzeit des Durchflusssignals gleich " $1/(ein\ ganzzahliges\ Vielfaches\ der\ Wechselseignalfrequenz)$ " macht, wenn die Wechselseignalfrequenz ein ungerades Vielfaches der Anregungsfrequenz ist. 65

10. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Diagnoseschaltung

# DE 102 43 748 A 1

die Fluidleitfähigkeit mit gemessenen Widerstandswerten der Erfassungselektroden berechnet.

11. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Diagnoseschaltung den Zustand von Isoliermaterialien, die an den Erfassungselektroden anhaften, mit dem gemessenen Erfassungselektrodenwiderstandswerten erfasst.

5 12. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem die Diagnoseschaltung mit einem Analogausgang und einem drahtlosen Kommunikationsausgang versehen ist, die die gemessenen Widerstands- und Fluidleitfähigkeitswerte an ein verteiltes Steuersystem der oberen Ebene oder einen Personal-Computer übertragen.

10 13. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Konstantstromversorgung sowohl eine konstante Wechselstromschaltung als auch eine konstante Gleichstromschaltung aufweist.

15 14. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 13, bei dem ein auf den konstanten Gleichstromversorgungen basierendes Signal für eine Leerrohr-Erfassung verwendet wird.

15 15. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Diagnoseschaltung Diagnosesignale zwischen den Erfassungselektroden und der Erdungselektrode anlegt, wenn das Rohr leer ist, und eine Verschlechterung der Isolierung an den Erfassungselektroden mit deren Diagnosesignal erfasst.

20 16. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 1, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren eine Frequenz benutzen, die kein ganzzahliges Vielfaches der Anregungsfrequenz und höher als diese ist.

17. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 16, bei dem die Diagnoseschaltung die Zeit von "1/(ein ganzzahliges Vielfaches der Wechselsignalfrequenz)" als die Abtastzeit des Durchflusssignals benutzt.

20 18. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 16 oder Anspruch 17, bei dem das Abtast-Timing für das Durchflusssignal und die Wechselsignalfrequenz von dem gleichen Takt hergeleitet sind.

19. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß Anspruch 16 oder Anspruch 17, bei dem das Abtast-Timing für das Durchflusssignal und die Wechselsignalfrequenz von getrennten Takten hergeleitet sind, und die Abtastzeit durch Zählen der Frequenz des Wechselsignals und mit dessen Frequenz berechnet wird.

25 20. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß entweder Anspruch 16 oder Anspruch 17, bei dem die Diagnosesignalgeneratoren Frequenzen in dem Bereich erzeugen, so dass die Rotoren von Dipolen, die jeweils Kapazitäten bilden, die mit den Erfassungselektroden und der Fluidschnittstelle aufgebaut sind, den Frequenzen folgen können.

21. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 16 bis 20, bei dem die Konstantstromversorgungen identische Wechselsignale an ein Paar von Erfassungselektroden als Diagnosesignal anlegen.

30 22. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß entweder Anspruch 16 oder Anspruch 20, bei dem der Durchflussmesser klein ist, wobei der Abstand zwischen den Erfassungselektroden klein ist und so ausgestaltet ist, um einen Strom abwechselnd an jede Elektrode zu leiten.

23. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem die Diagnoseschaltung die Frequenz des Diagnosesignals auf das Vierfache oder mehr der Anregungsfrequenz einstellt, und das Diagnosesignal an der letzten Hälfte der Anregungssignalverläufe abgetastet wird.

35 24. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 23, bei dem die Diagnoseschaltung mit einer Adhäsionsdiagnoseschaltung versehen ist, die die Fluidwiderstandswerte mit mindestens zwei Frequenzen des Wechselsignals abwechselnd bestimmen, den linearen Teil der Cole-Cole-Kurve basierend auf den Widerstandswerten unterscheiden und die Frequenz des Diagnosesignals auswählen kann, so dass die durch das Diagnosesignal bestimmten Widerstandswerte mit dem Widerstandswert bei der Anregungsfrequenz übereinstimmen.

40 25. Elektromagnetischer Durchflussmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 oder Anspruch 24, der das Dualfrequenzanregungssystem verwendet, das ein Magnetfeld an das Fluid durch Ansteuern der Anregungsspulen anlegt, wobei zwei Anregungsfrequenzen durch die Anregungsschaltung benutzt werden, und der ausgestattet ist mit einem Mittel, das das Anregungssignal und das Durchflusssignal mit dem Diagnosesignal synchronisiert,

45 45 ein Mittel, das die Frequenz des Diagnosesignals zu einer Zwischenfrequenz zwischen den hohen und niedrigen Frequenzen der beiden Anregungsfrequenzen macht, und einem Mittel, das die Diagnosesignalfrequenz auf ein geradzahliges Vielfaches der niedrigen Frequenz und ebenfalls die Diagnosesignalfrequenz auf 1/(eine gerade Zahl) der hohen Frequenz einstellt;

50 50 ferner mit einer Adhäsionsdiagnoseschaltung, in der die niederfrequenten Differentialrauschkomponenten an der letzten Hälfte der Niederfrequenzperiode für die Abtastung des Diagnosesignals entfernt werden, und das Abtastintervall aus der Zeit für eine Periode der hohen Frequenz, in der der Einfluss der Hochfrequenzrauschkomponenten entfernt ist, und der letzten Hälfte des Anregungssignalverlaufs zusammengesetzt ist.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

FIG. 1

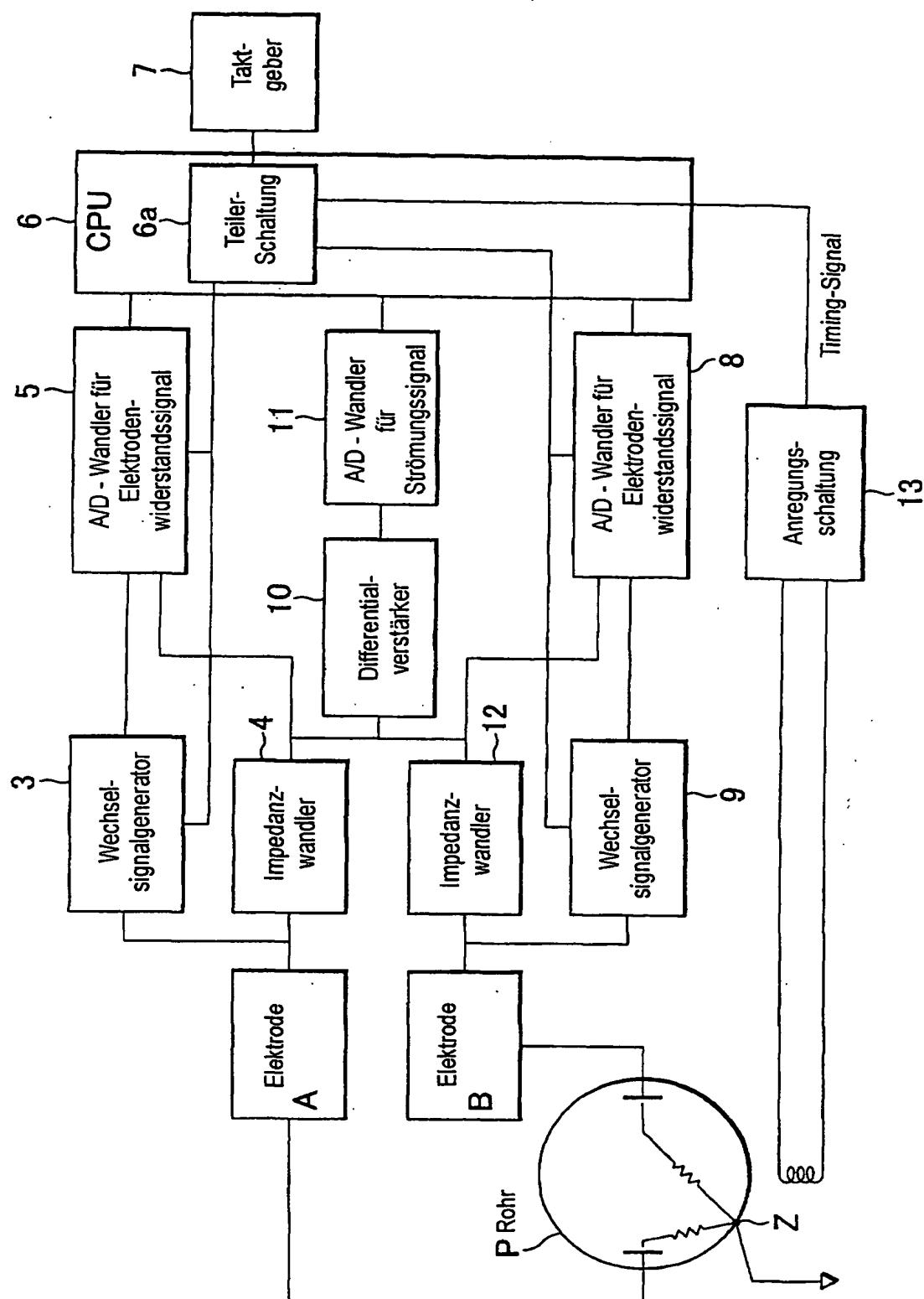


FIG.2

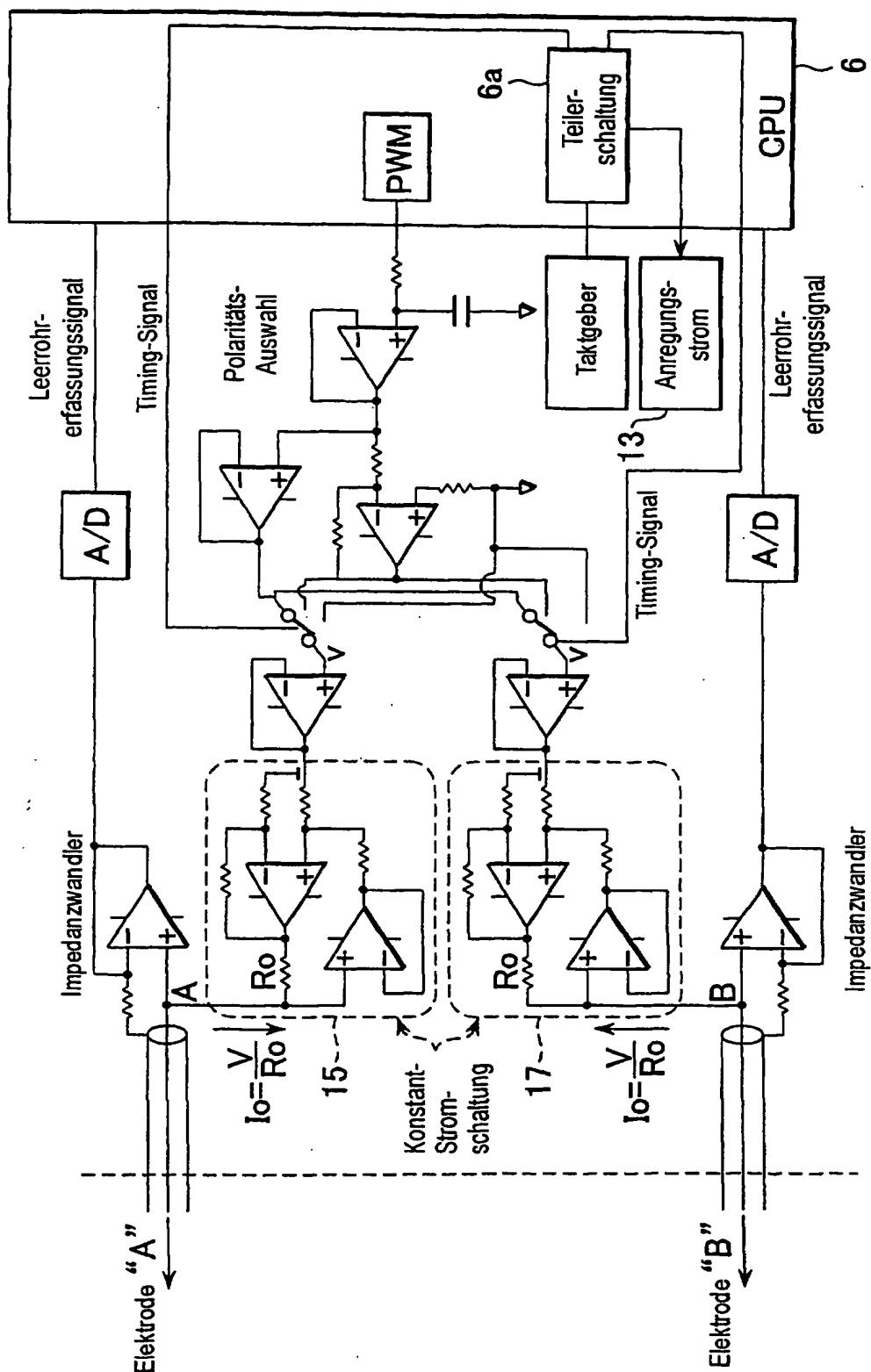
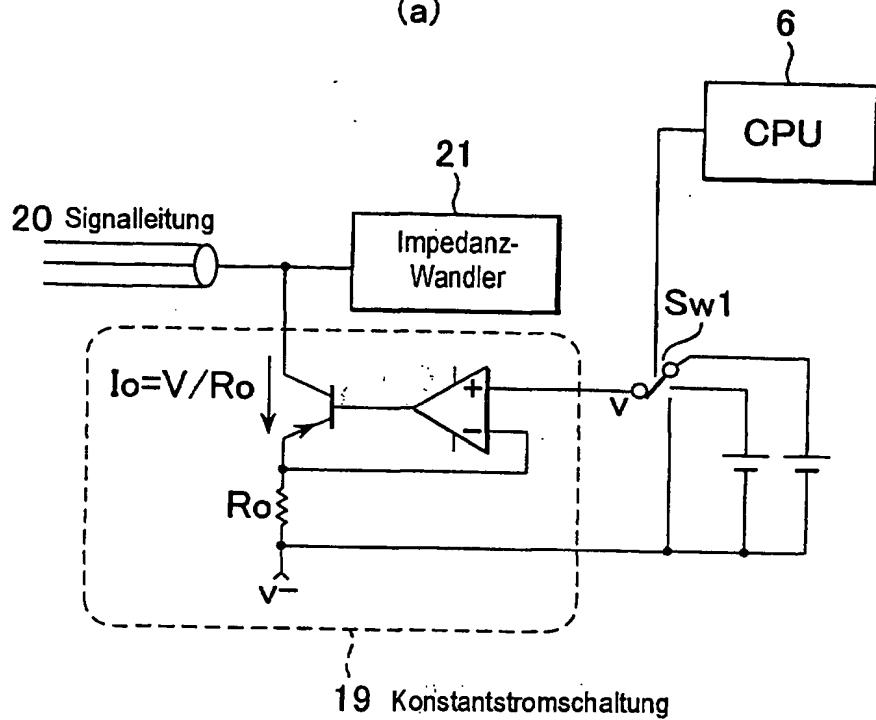


FIG.3

(a)



(b)

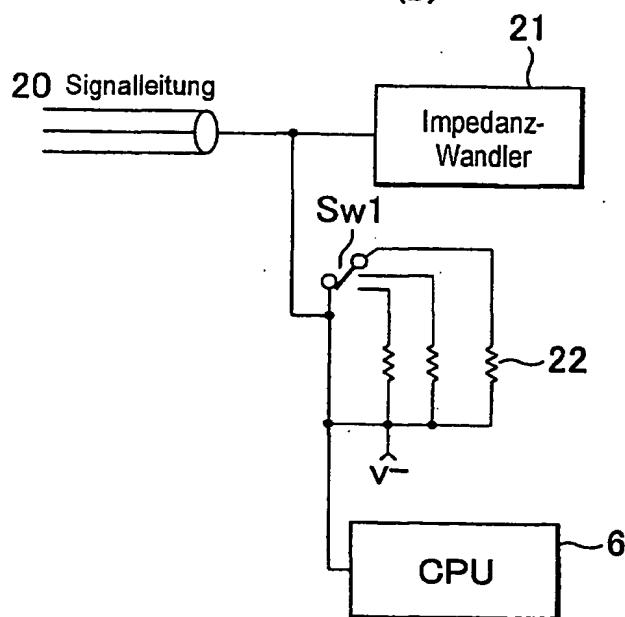


FIG.4

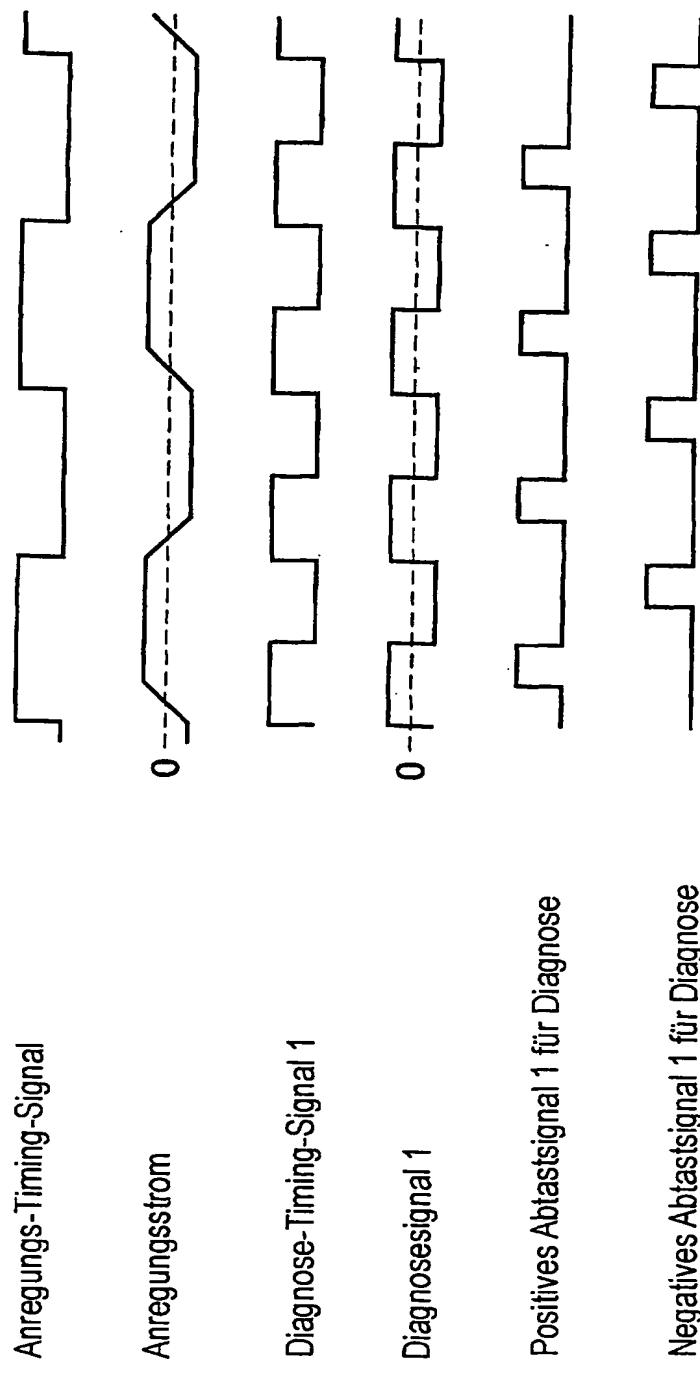


FIG.5

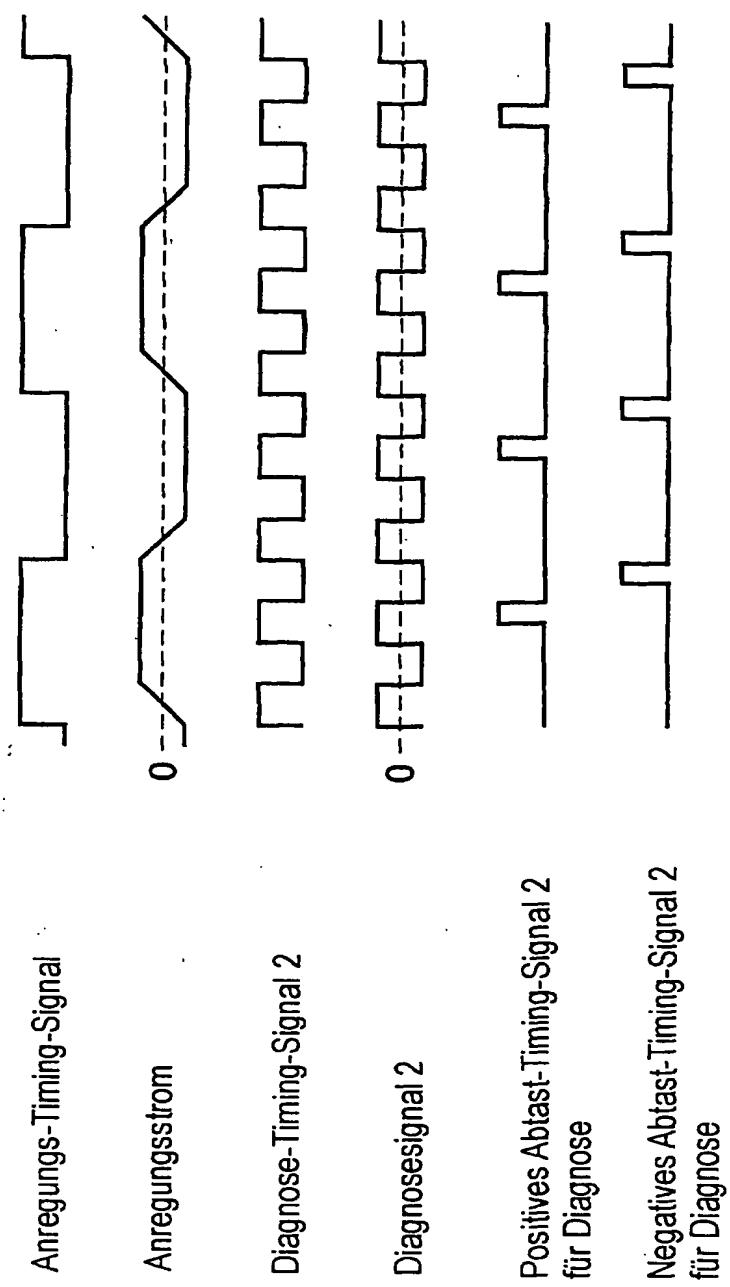


FIG.6

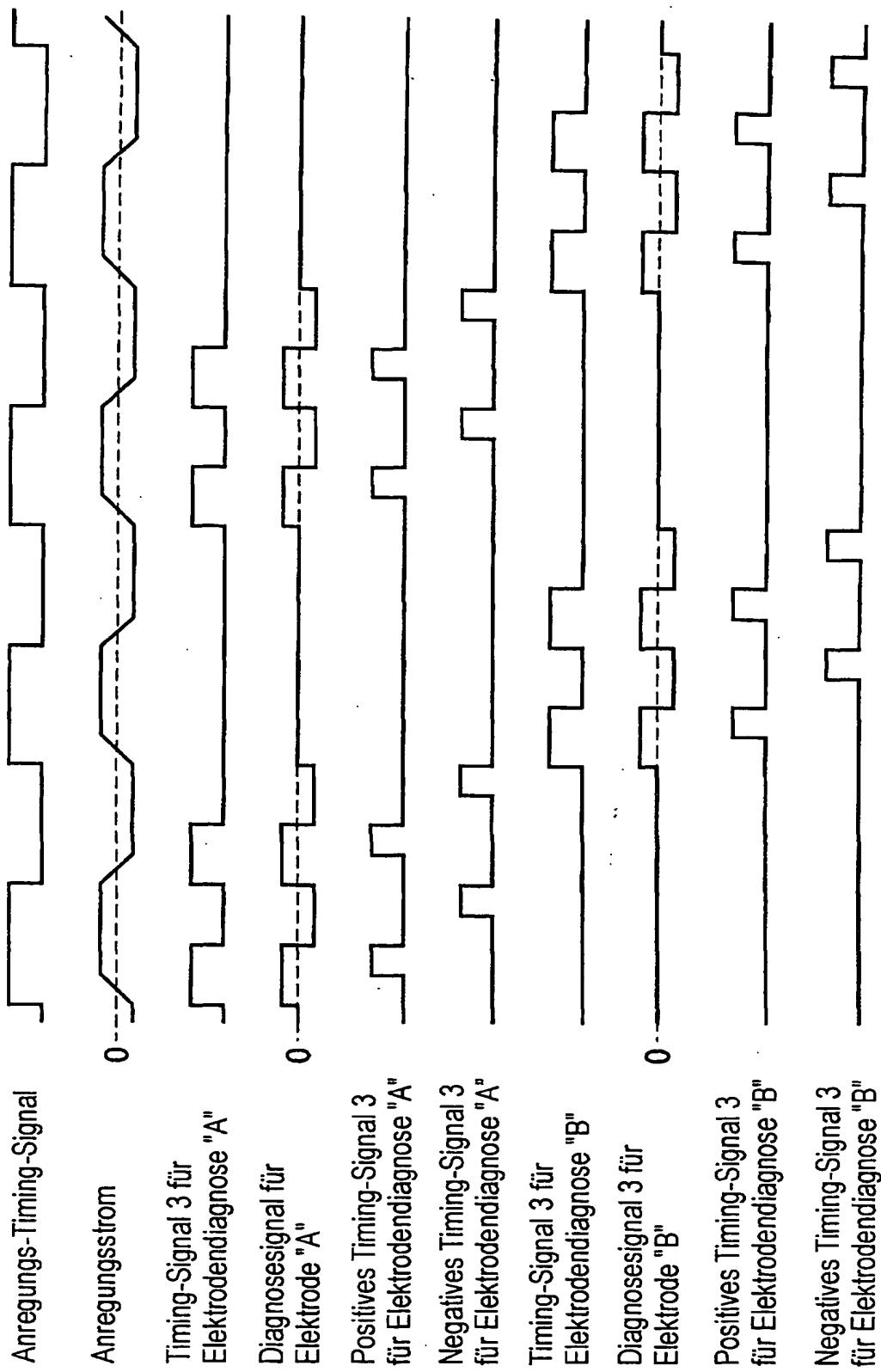


FIG.7

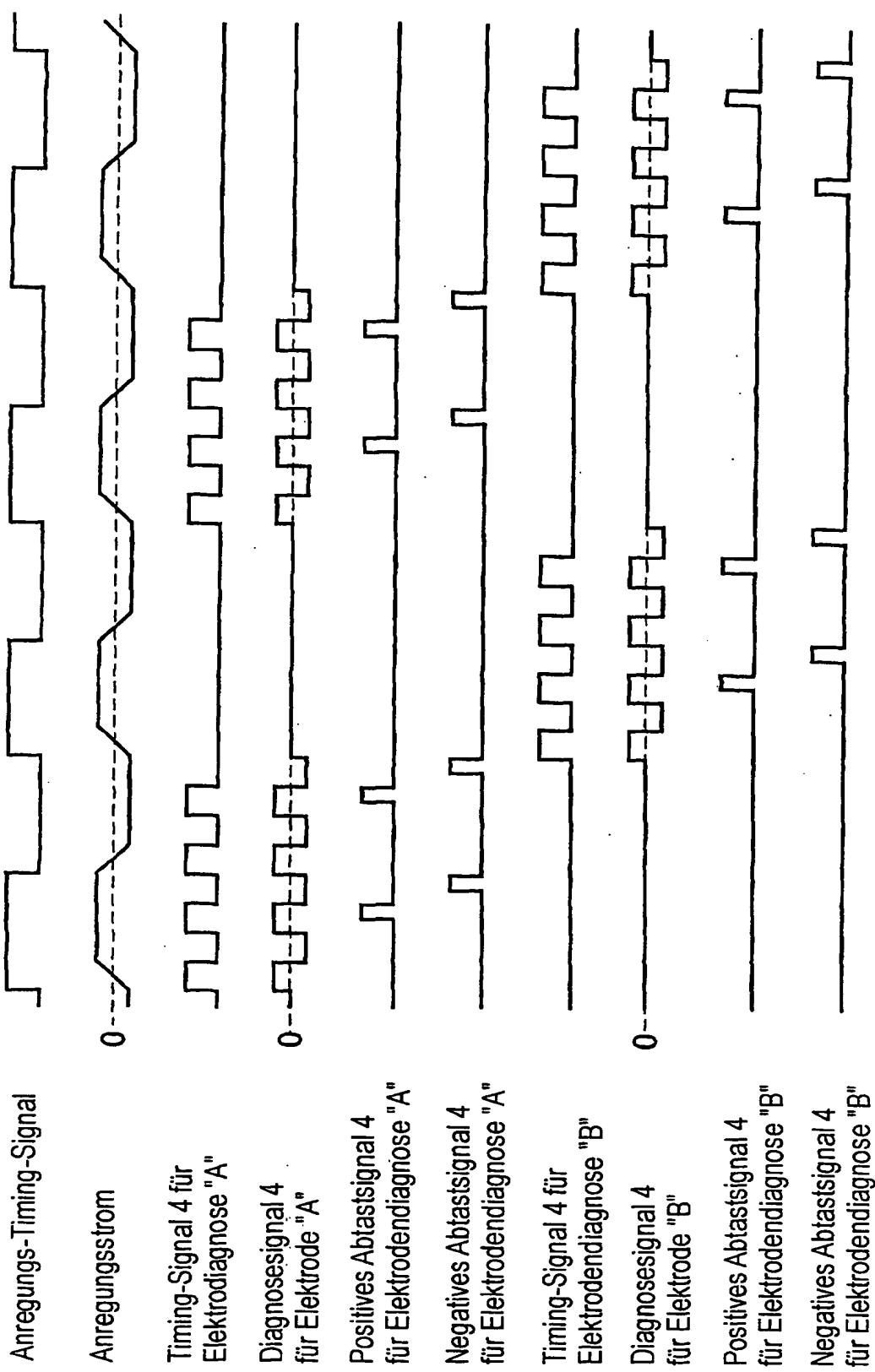


FIG.8

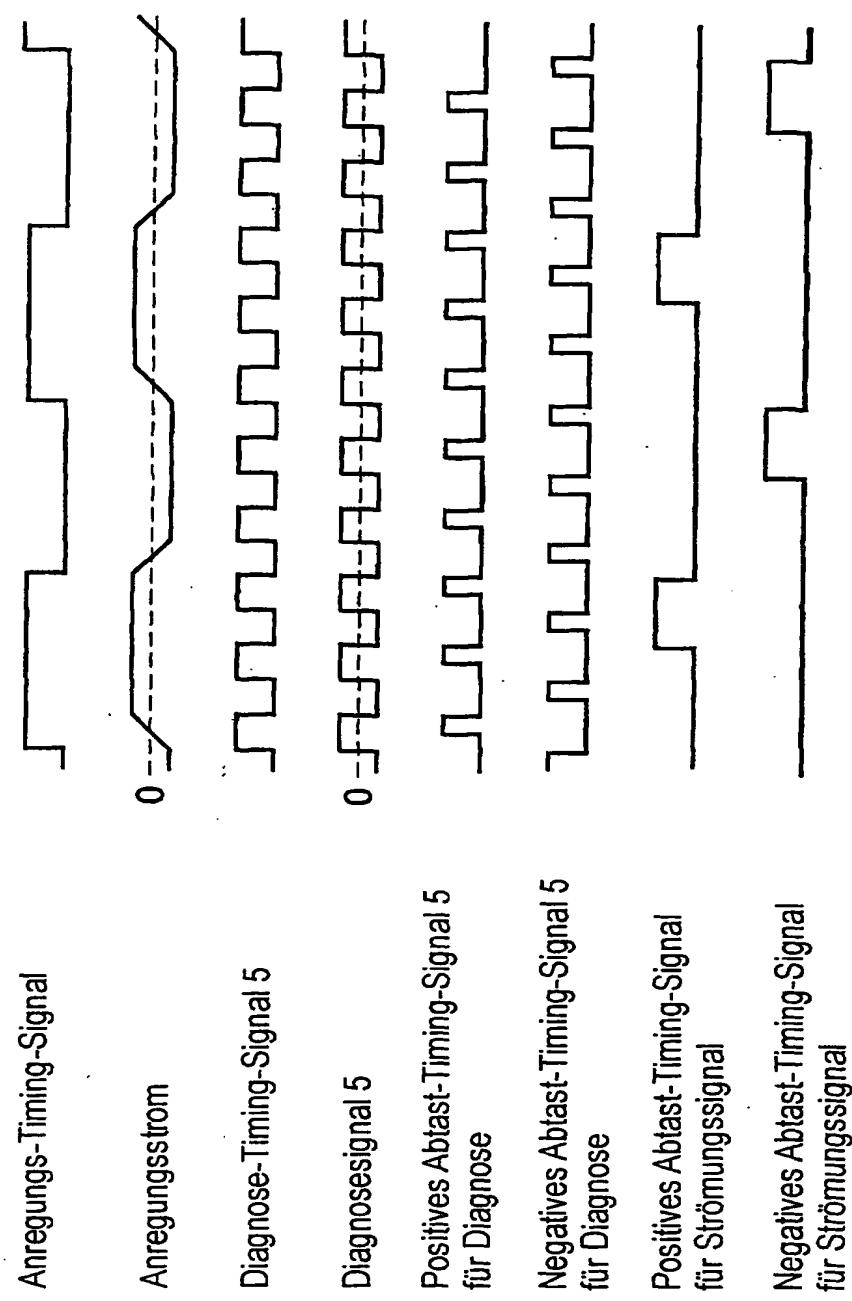


FIG. 9

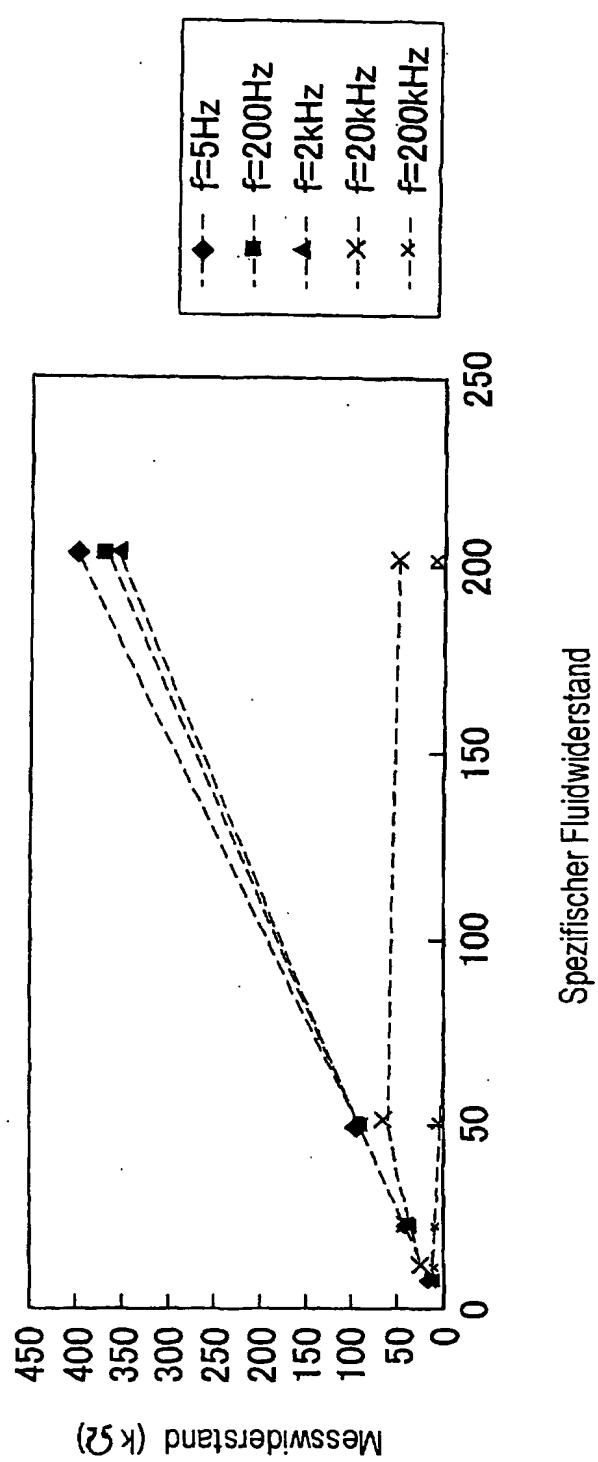


FIG. 10

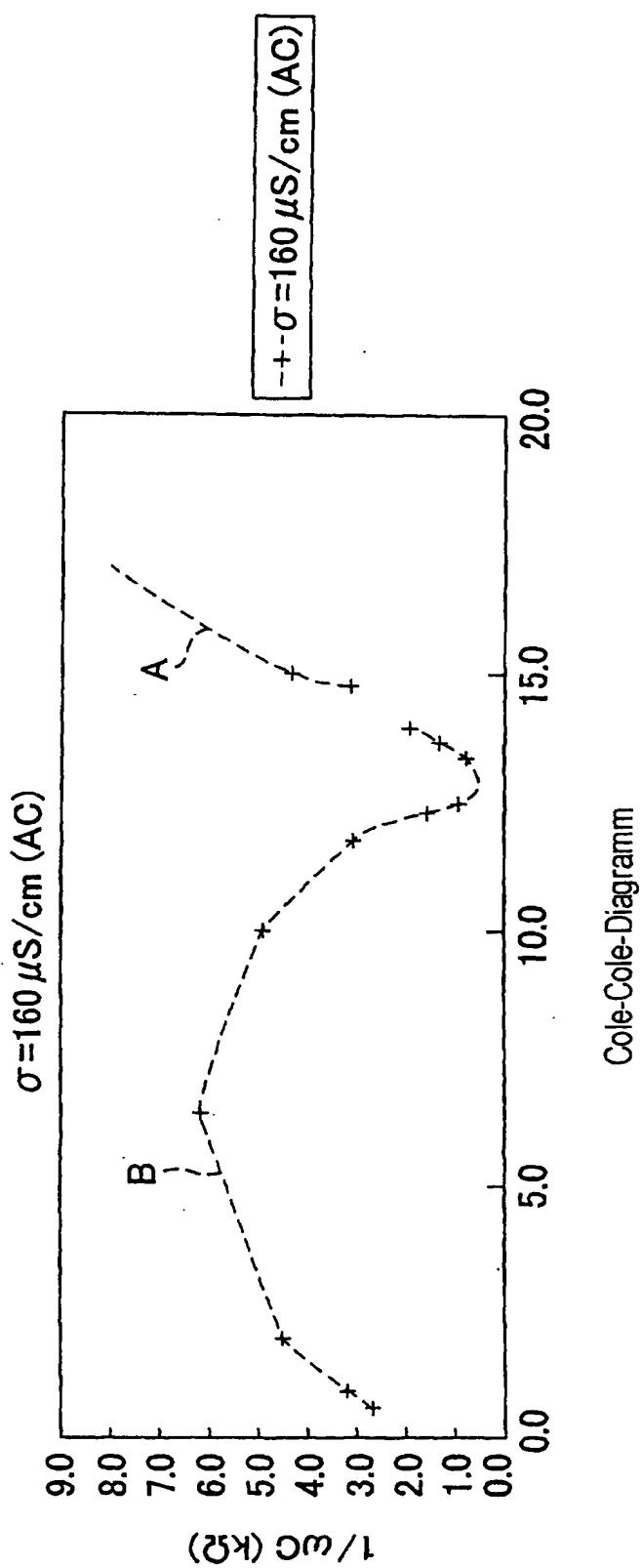
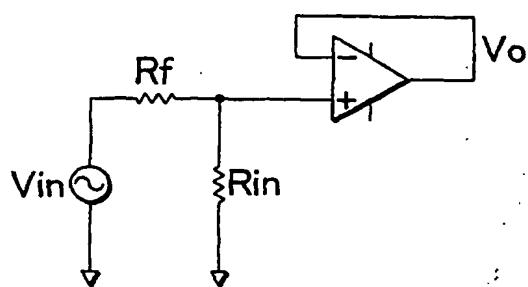


FIG.11



R<sub>f</sub> : Quellenwiderstand  
R<sub>in</sub>: Eingangswiderstand  
V<sub>in</sub>: Strömungswiderstand  
V<sub>o</sub> : Impedanz-umgewandelter Ausgang  
 $V_o/V_{in} = R_{in}/(R_f + R_{in})$

FIG.12

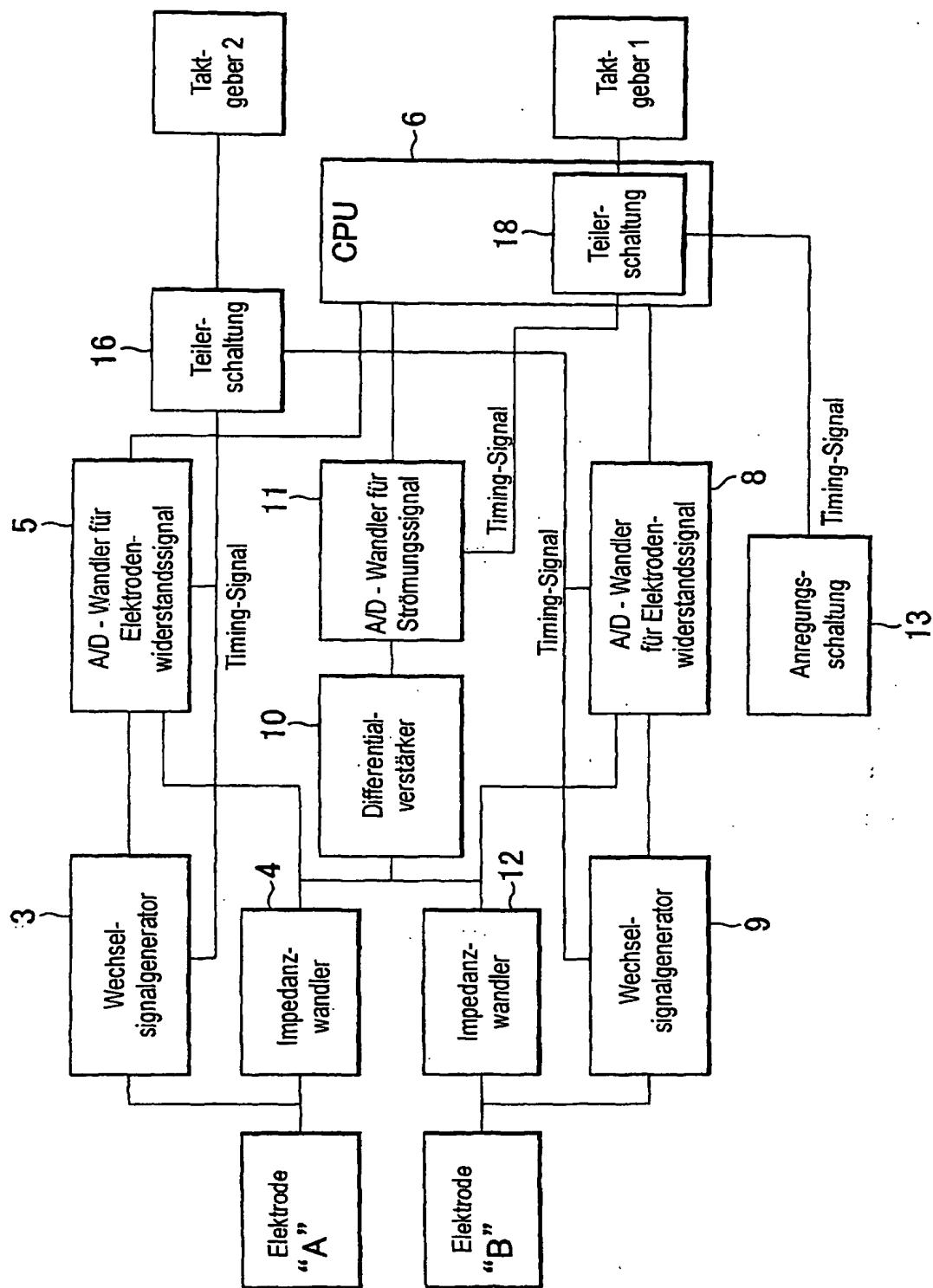


FIG.13

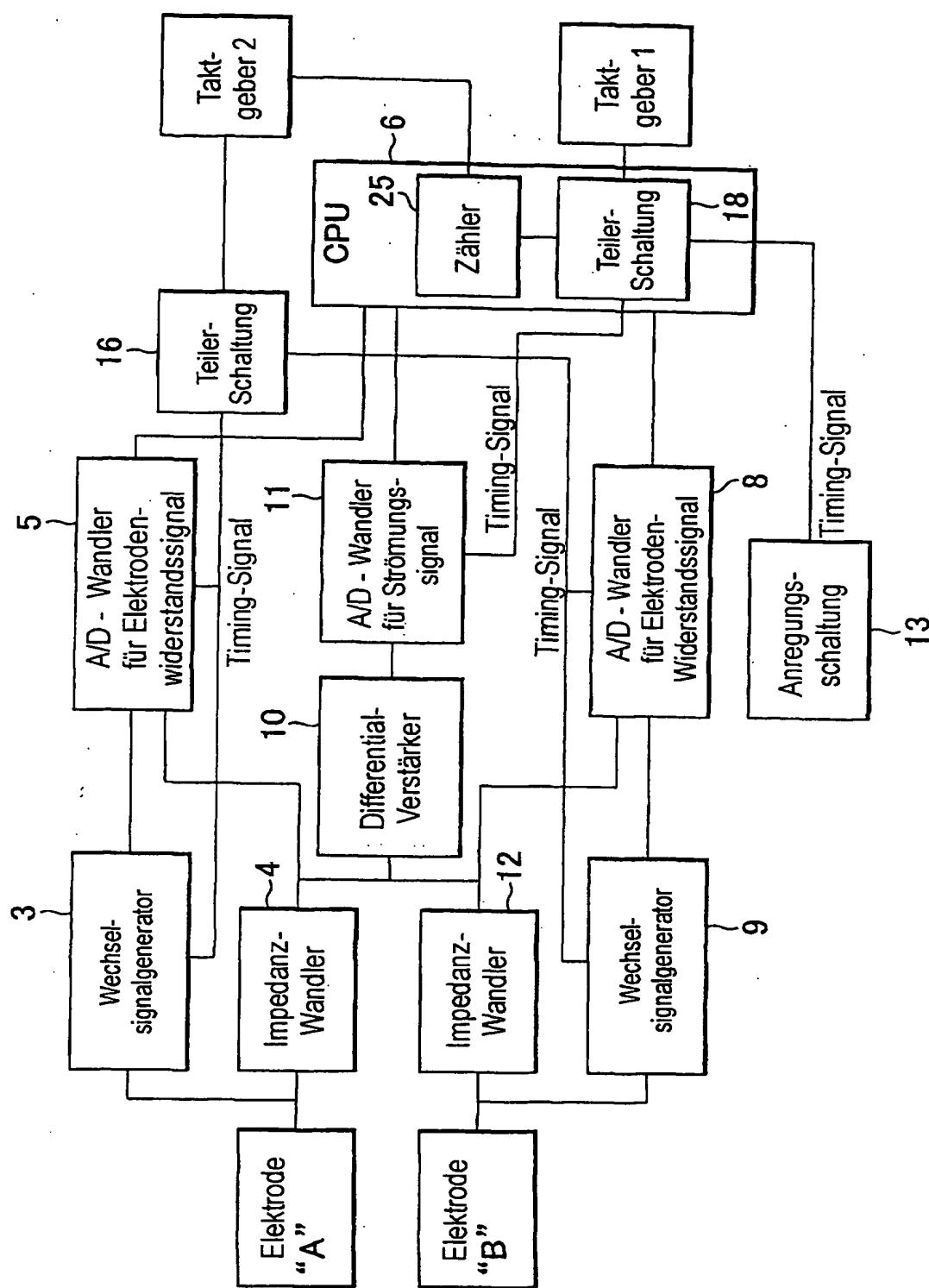
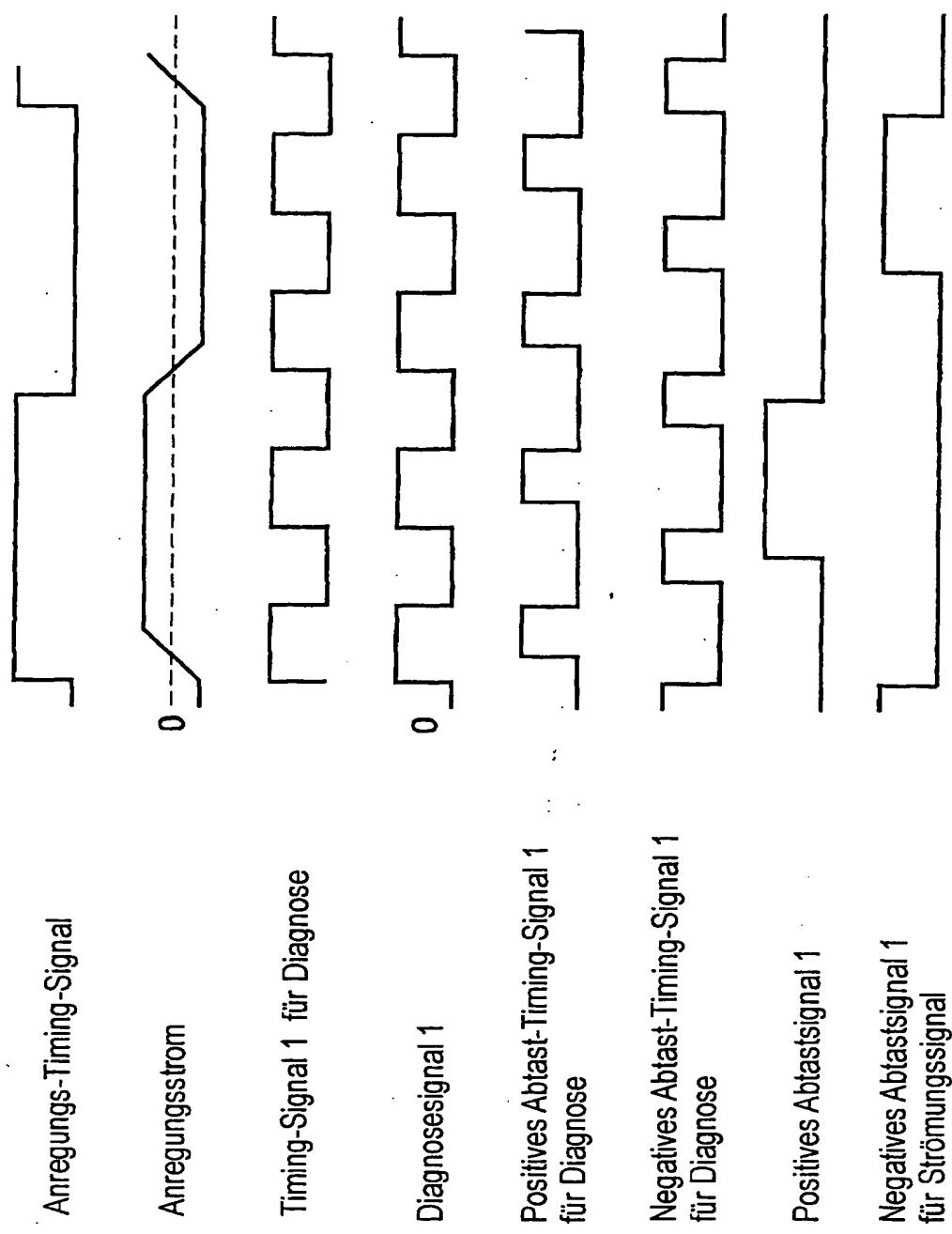
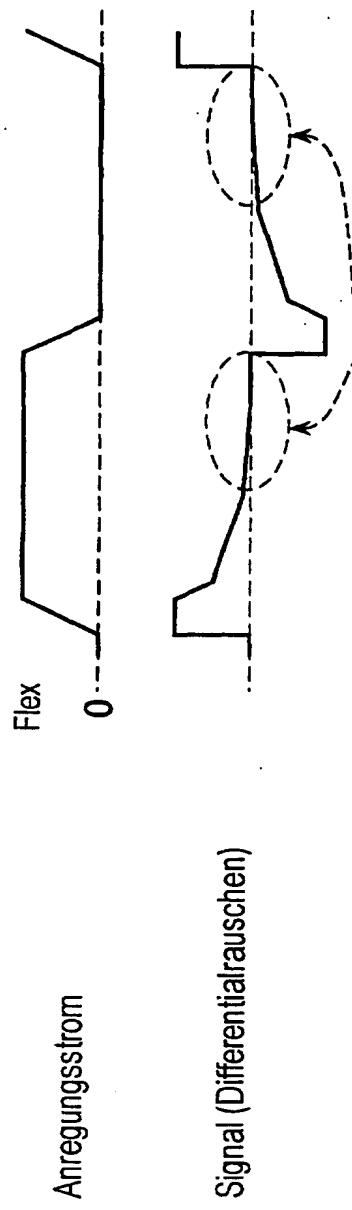


FIG. 14

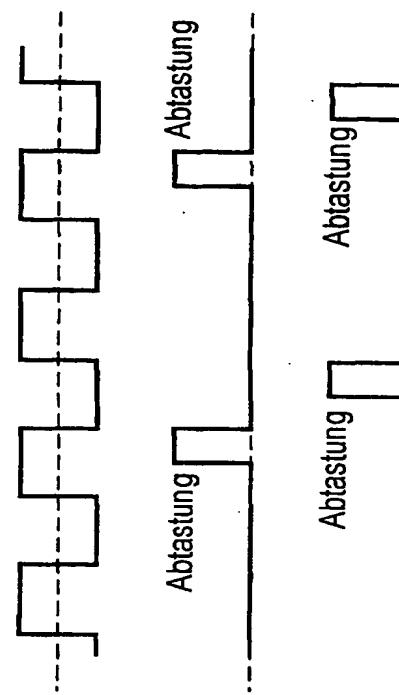


## FIG. 15

Verfahren für Diagnoseabtastsignal im Fall von Diagnosesignalfrequenz = 4x Anregungsfrequenz



Es ist für das Verfahren charakteristisch, dass, wenn die Diagnosesignalfrequenz auf einen Wert des vierfachen oder mehr der Anregungsfrequenz eingestellt wird, das Diagnosesignal an den Abschnitten abgetastet wird, wo die Schwänze des Differentialrauschesignals kleiner werden (letzte Hälfte jedes Anregungsintervalls)



Positives Abtastsignal für Diagnose  
Negatives Abtastsignal für Diagnose



FIG. 16

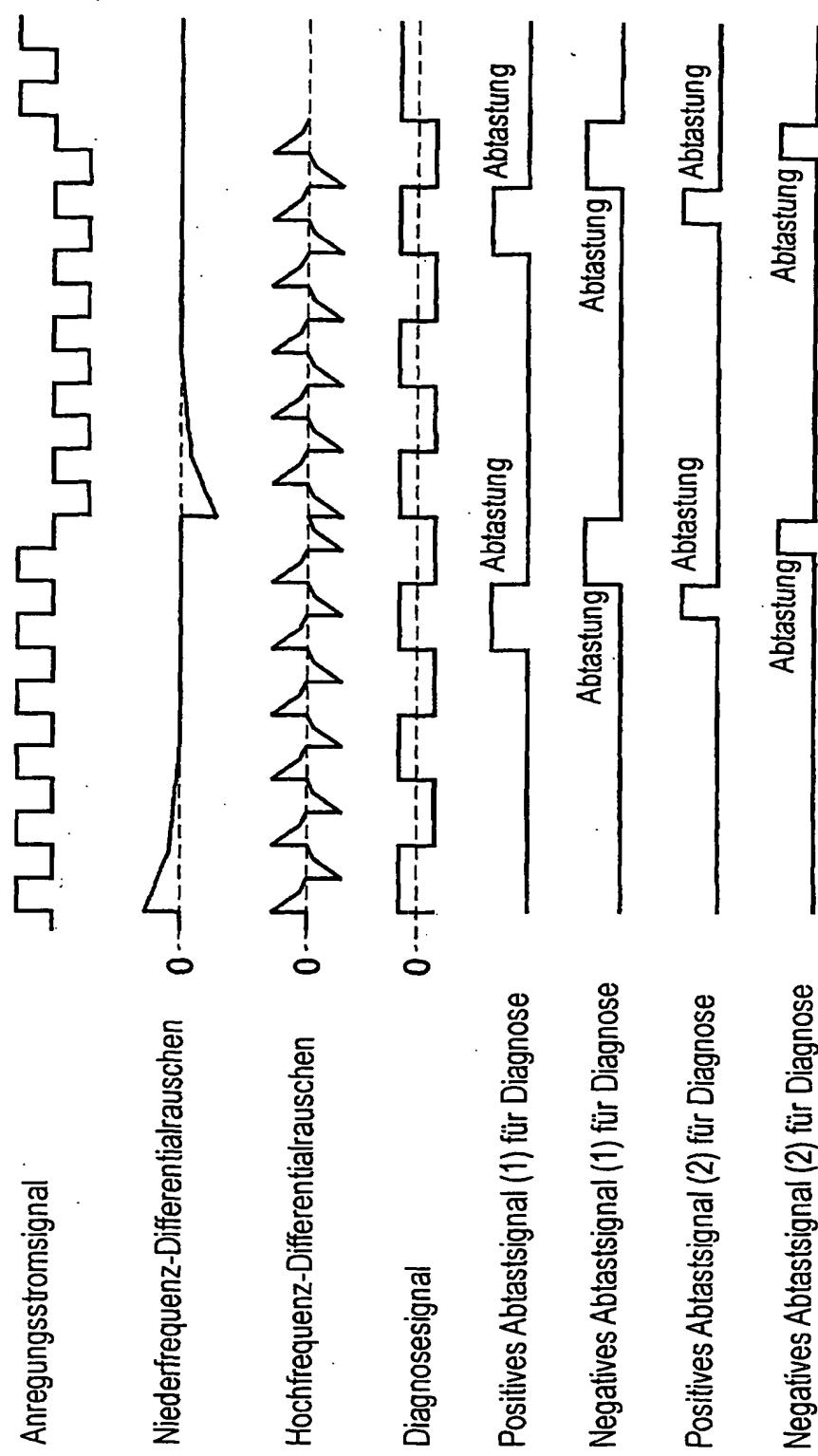
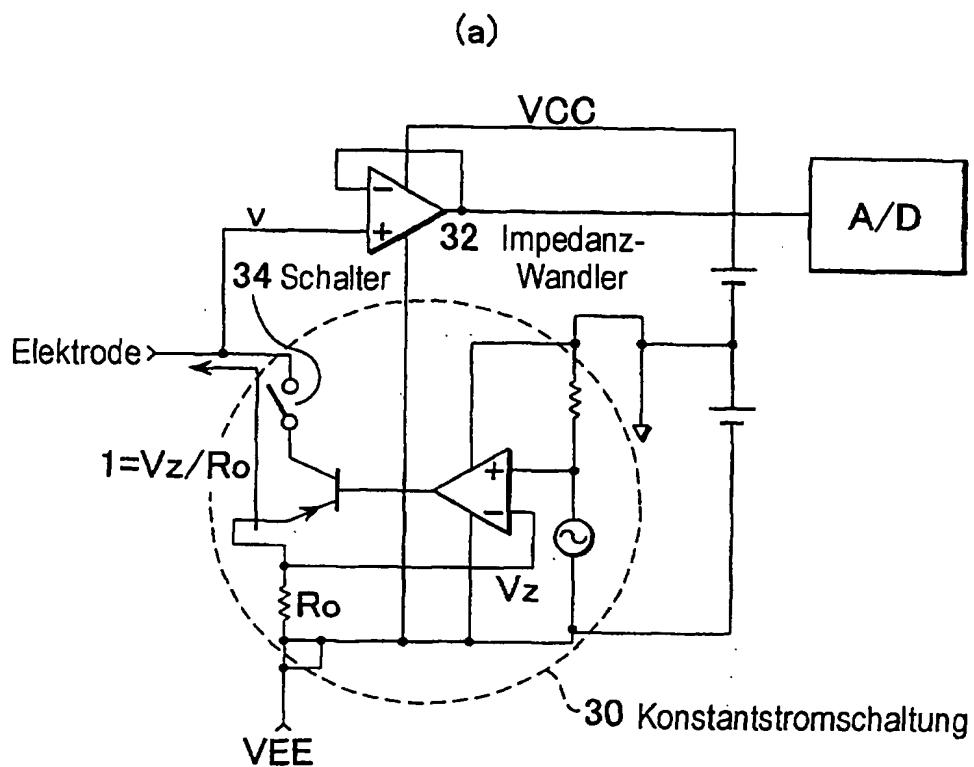
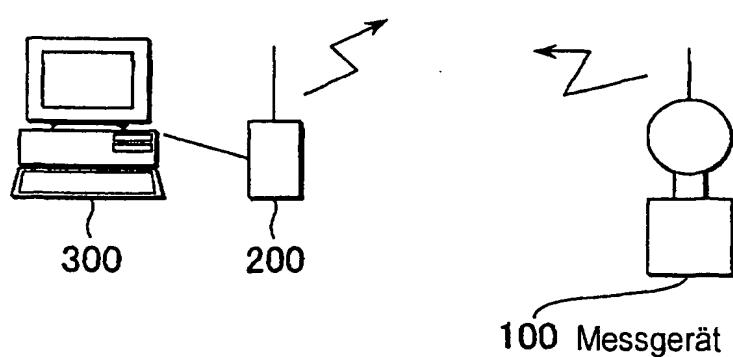


FIG.17



(b)



## FIG.18

